

CAPITULO 5

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE ESTUDIO:
CONTEXTO ARQUEOLÓGICO Y
RESULTADOS ANALÍTICOS



5. Caracterización del material de estudio: contexto arqueológico y resultados analíticos

Como se ha subrayado con anterioridad, la cerámica argárica es el objeto de estudio de la presente investigación, objeto sobre el que se ha desarrollado un programa analítico focalizado en responder a la cuestión: *¿qué contenían y en qué contexto funcional?*, para la que la aplicación de las técnicas analíticas descritas con anterioridad (GC-FID, GC-MS, GC-C-IRMS) y destinadas a caracterizar los residuos conservado en ellas han sido la principal, que no la única, herramienta de trabajo²⁸⁴.

Bajo esta premisa, se ha realizado un muestreo analítico que ha concluido en la realización de 104 análisis químicos sobre 85 piezas cerámicas²⁸⁵. Como se recoge en el Anexo II, el recipiente cerámico puede ofrecer varios tipos de muestras. Las muestras RES₃ y RES₄ definen aquellas muestras tomadas directamente de la cerámica, y se diferencian entre sí por el grado de conservación de la pieza de origen²⁸⁶. Se han analizado 39 muestras RES₃ y 46 muestras RES₄. La categoría RES₅ comprende las muestras procedentes del residuo visible adherido a la pared cerámica. Dada la escasa conservación de este tipo de muestras en los contextos analizados, se ha muestreado en todos los casos en los que se ha documentado, concretamente en 4 ocasiones. Como muestras control, se tomaron dos tipos de muestras de sedimento: RES₁, sedimento en contacto con la pieza y RES₂, sedimento procedente del contexto en el que se localizaba la pieza. En ambos casos se pretendía conocer la composición del contexto de la pieza, para, eventualmente, descartar la posible migración de compuestos orgánicos presentes en el sedimento hacia el cuerpo del recipiente. En total, se han analizado 12 muestras de tipo RES₁ y RES₂.

²⁸⁴ La funcionalidad cerámica y la caracterización de los diferentes usos que tuvo el recipiente se definió además a partir de otras evidencias indirectas, como el contexto de procedencia de la pieza o/y evidencias directas como la caracterización de las huellas de uso en el recipiente.

²⁸⁵ La información analítica y arqueológica de estas 85 piezas y 104 muestras analizadas se recoge de modo sintético en la tabla publicada al final de este capítulo (Tabla 5.199).

²⁸⁶ Aquellas muestras procedentes de vasijas enteras o que se conservan en su totalidad se definen como RES₃; si la pieza muestreada está incompleta hablamos de RES₄. La diferenciación en el grado de conservación de la pieza responde a una cuestión metodológica, ya que las piezas fragmentadas limitaban la zona de muestreo de la cerámica y generalmente procedían de recipientes que habían sufrido un proceso de degradación mayor que las piezas completas.

Ha sido esta variabilidad en el tipo de muestras lo que ha motivado que se hayan realizado en algunos casos diferentes analíticas sobre una misma pieza. En la Tabla 5.199 se muestra una relación de los recipientes analizados y de las analíticas realizadas en cada recipiente.

Sin embargo, no en todos los casos fue posible realizar un muestreo de control (RES₁ y RES₂). Esta situación está determinada por las condiciones de conservación de la pieza en el momento de su muestreo. De los 85 recipientes analizados, solo en el 40% de los mismos fue posible realizar un muestreo de la pieza durante el proceso de excavación, lo que facilitó la toma de una muestra control (RES₁ y/o RES₂) del sedimento asociado a la misma. Además, el muestreo *in situ* en el yacimiento permitió controlar el proceso de muestreo, minimizando la posible contaminación de la pieza (ver capítulo 4). No así para el 60% de las piezas muestreadas, que se tomaron una vez el recipiente había sido lavado, remontado y en algunos casos restaurado, lo que imposibilitó la toma de muestras de control sedimentario, además de presentar unas condiciones de conservación que se han revelado mejorables. En el caso de un 7% de las muestras seleccionadas en el museo o laboratorio, se le suma que proceden de excavaciones antiguas (anteriores a 2001), frente al resto de muestras que se tomaron en un periodo inferior a un año desde su excavación; en este sentido, como se desprenderá de la evaluación de los resultados obtenidos, el tiempo de exposición de las piezas a los agentes de degradación ambiental será determinante para optimizar el grado de conservación de los residuos orgánicos.

En cualquier caso, el total de los recipientes analizados en el presente trabajo proceden de cuatro yacimientos de la órbita crono-temporal argárica: Gatas (Turre, Almería), La Bastida (Totana, Murcia), La Tira del Lienzo (Totana, Murcia), La Almoloya (Pliego, Murcia); todos ellos ubicados en la zona nuclear argárica, concretada en la Depresión de Vera (Almería), el Valle del Guadalentín y el entorno de sierra Espuña (Murcia) (Fig. 5.1).

Todos ellos son objeto de estudio del grupo de investigación "Arqueoecología Social Mediterránea" (ASOME) de la UAB, en un primer momento bajo el "Proyecto Gatas" iniciado en los años 80 y centrado en la investigación del yacimiento almeriense del mismo nombre (Castro et al. 1999a), y recientemente en el seno del "Proyecto La Bastida" dónde desde 2008 se desarrolla la investigación en el yacimientos de La Bastida ,

al que en 2010 se sumó La Tira del Lienzo, y en 2013 y 2014, La Almoloya (Lull et al. 2011b; Lull et al. 2013c). Este es el contexto investigador en el que se inserta la presente investigación y sobre el que se llevó a cabo el muestreo planteado en el capítulo 4.

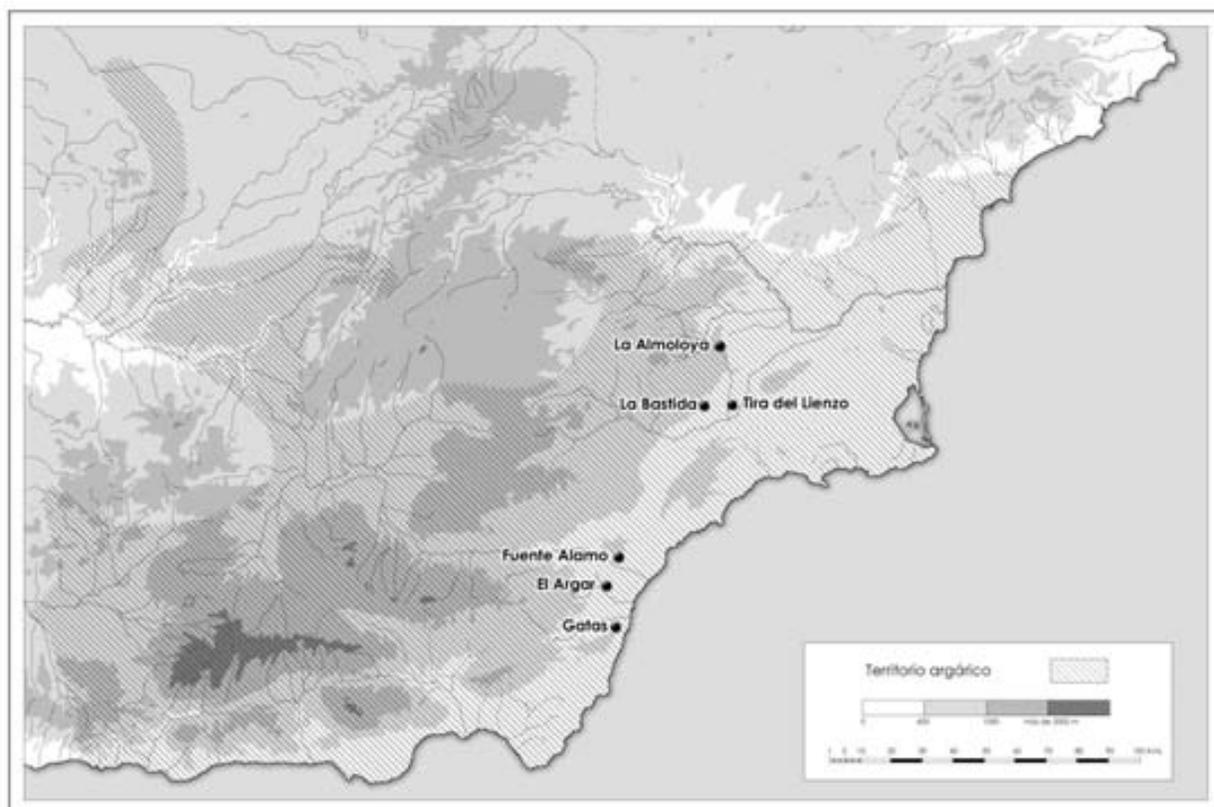


Fig. 5.1. Localización de los yacimientos argáricos muestreados para el análisis de residuos orgánicos sobre material cerámico y lítico.

Como se constatará más adelante, el contexto de procedencia de las muestras y las características de las piezas analizadas no ofrecen una representación equitativa entre las 85 piezas analizadas. Esto no quiere decir que no se fijaran unos criterios de muestreo en el momento de abordar la presente investigación, sino que las limitaciones que caracterizan al registro arqueológico generaron desigualdades entre los ítems recuperados. En concreto, la recuperación de los artefactos no puede seguir un orden establecido, ya que la diferenciación en el tipo y recurrencia de la materialidad recuperada está sujeta al papel que tuvo en dicha sociedad y a las condiciones de

conservación en las que se depositó. No obstante, se han establecido unos criterios de muestreo que detallamos a continuación.

5.1. Estrategia y criterios de muestreo

Podemos establecer tres elementos clave a la hora de seleccionar el material de estudio: su procedencia, los elementos que lo caracterizan y las condiciones de conservación necesarias para abordar su estudio.

5.1.1. Criterios de muestreo

5.1.1.1. El contexto de procedencia del recipiente

La procedencia de la pieza es el primer elemento a valorar en la selección de la muestra. En primer lugar, la acotación espacio-temporal de la presente investigación ha centrado el muestreo cerámico en los yacimientos del grupo argárico, lo que a efectos prácticos se ha concretado en el muestreo de cuatro de los yacimientos definidos dentro de la órbita argárica: La Bastida, La Tira del Lienzo, La Almoloya y Gatas (Fig. 5.1).

Sin embargo, no en todos los casos fue posible realizar un muestreo de control (RES₁ y RES₂), ya que algunas de las piezas ya habían sido excavadas y trasladadas al laboratorio antes de que se decidiera incluirlas en esta investigación.

En segundo lugar, se valoró la asociación de los recipientes recuperados a un contexto de amortización social. El total de piezas analizadas proceden de contextos sociales conocidos, lo que se traduce en su recuperación en niveles sobre piso de habitación, formando parte del ajuar depositado en las sepulturas argáricas o, incluso, como parte de los contenedores utilizados como urnas funerarias, como es el caso del recipiente BA-BA78-10 (ver *infra*) o del cenotafio BA-BA14-6; contextos que además se encuentran dentro de una secuencia estratigráfica y cronológica definida, necesaria para caracterizar la funcionalidad de estos recipientes en las diferentes etapas argáricas.

En este sentido, todas las piezas se ubican dentro de la horquilla temporal argárica (c.2200-1550 cal ANE) (Tabla 5.2). Sin embargo, tanto por la heterogeneidad en las condiciones de conservación observadas entre las fases de ocupación de los yacimientos muestreados, como por la mayor recurrencia del material cerámico en los contextos habitacionales, se produjo una desigual representación de las cerámicas muestreadas a

nivel contextual y temporal, que se traduce en una representación mayoritaria de las piezas analizadas procedentes de contextos habitacionales, que suponen un 73% del material analizado, frente al 27% asociado a sepulturas.

En relación a la temporalidad argárica, la distribución de las piezas analizadas es más equitativa entre las tres etapas argáricas. La fase mejor representada es la fase Argar Final (1750-1550 cal ANE) con un 42% de las piezas analizadas, seguida de la fase Argar Inicial (2200-1950-cal ANE) con un 30% y, por último, la fase Argar Pleno (1950-1750 cal ANE) reúne el 27% restante de piezas analizadas.

5.1.1.2. Características de los recipientes argáricos

El principal criterio utilizado para seleccionar el *corpus* cerámico analizado fue la tipología argárica. Para ello, se recurrió a la tipología definida por los hermanos Siret a partir del análisis de la necrópolis del yacimiento epónimo (Siret y Siret 1890) que organiza los tipos argáricos en 8 Formas, posteriormente sistematizadas por Lull (Lull 1983, 52–53). Sin embargo, el carácter parcial del registro arqueológico y la mayor/menor presencia de unos u otros tipos cerámicos produjo diferencias tan destacadas, como la casi ausencia de recipientes F8 y F6, que tan sólo representan el 2% de las piezas analizadas, frente a otros tipos, como los recipientes F4, que suponen un 21%.

El resto de elementos definitorios de la cerámica argárica responden a sus características tecnológicas, entre las que se incluye la composición de las pastas cerámicas o/y la presencia de apliques. Sin embargo, en general han sido elementos relegados a un segundo plano en la historia de la investigación argárica. Aun así, las particularidades tecnológicas de la producción argárica también son elementos que la caracterizan y complementan su estudio tipológico, aunque no se hayan podido incluir en el presente estudio por el carácter prematuro de las investigaciones realizadas en la mayoría de yacimientos incluidos en este trabajo. Serán elementos a tener en cuentas para futuras investigaciones.

5.1.1.3. Estado de conservación

En el contexto de la presente investigación, donde el análisis de residuos orgánicos es la principal herramienta de trabajo, el estado de conservación de los recipientes analizados se convierte en un factor decisivo a la hora de seleccionar la muestra cerámica.

Como ya se ha referido, una pieza cerámica contaminada a nivel analítico puede dar lugar a que se adultere la presencia de los ácidos grasos contenidos en su interior. La necesidad de controlar el estado de conservación del recipiente analizado y minimizar su contaminación se tradujo en la elaboración de un protocolo de muestreo específico (Anexo II).

La materialidad recuperada lo hace de modo desigual según el papel que los diferentes *ítems* tuvieron en la sociedad argárica en cada momento y en cada yacimiento. Esta situación se complica en el presente, ante la necesidad de controlar las condiciones de muestreo y minimizar la posible contaminación de las piezas analizadas, para lo que se definió un protocolo de muestreo específico (Anexo II), pero que como ya se ha destacado no fue posible controlar para todos los casos. A continuación, se detalla el cronograma de muestreo analítico que finalmente se llevó a cabo.

5.1.2. Cronograma de muestreo

El muestreo realizado en los yacimientos seleccionados se desarrolló a lo largo de cuatro etapas analíticas en los tres laboratorios referidos en el capítulo 4²⁸⁷. El cronograma analítico se fue concretando y perfilando en función de los resultados obtenidos para la primera etapa centrada en el asentamiento de La Bastida. El cronograma de trabajo fue el siguiente:

²⁸⁷ Department of Archaeological Sciences (Universidad de Bradford)
Servei d'Anàlisis Químic (SAQ) de la UAB
Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) de la UAB.

Yacimiento muestreado	1ª Etapa analítica. Department of Archaeological Sciences (Universidad de Bradford)	2ª Etapa analítica. Servei d'Anàlisis Químicas. UAB	3ª/4ª Etapa analítica. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. UAB
La Bastida	49	11	17
Gatas	0	7	0
La Tira del Lienzo	0	1	0
La Almoloya	0	0	19

Tabla 5.1. Síntesis del cronograma analítico realizado y del total de muestras analizadas por yacimiento²⁸⁸.

Si bien se ha analizado material de estos cuatro yacimientos, el análisis extensivo tanto de los diferentes contextos de amortización social como de las principales fases temporales documentadas sólo ha sido efectivo en dos de ellos: La Bastida y La Almoloya yacimientos que, tanto por el carácter de la intervención (excavación en extensión) como por la posibilidad de poner en marcha el protocolo de muestreo durante los trabajos de excavación, han permitido disponer de un *corpus* material lo suficientemente representativo desarrollar el estudio analítico descrito, controlando además el procesado de las muestras, que, como ya se ha destacado, es clave para minimizar la degradación y contaminación de las mismas. En el Anexo IX se recoge la documentación gráfica de las piezas muestreadas²⁸⁹

El objetivo inicial del muestreo fue obtener una muestra representativa de la tipología argárica (ocho formas) en los diferentes contextos de amortización social (funerario y habitacional) y periodización argárica (2250-1550 cal ANE). Como veremos en la exposición de los resultados, este objetivo no fue efectivo en todos los casos, ya que no todos los tipos cerámicos tenían su correspondencia en ambos contextos de uso (habitacional y funerario) (Tabla 5.3 y Tabla 5.5), ni todas las fases argáricas aportaron un registro arqueológico suficientemente representativo. No obstante, en los cuatro

²⁸⁸ El cómputo se ha realizado a partir del total de muestras analizadas (RES1 RES2, RES3, RES4 y RES5) y no a partir del número de piezas asociadas.

²⁸⁹ Disponemos de fotografía para el total de las piezas analizadas. Sin embargo, existen tres piezas que no registran documentación gráfica: BA-H3-59, BA-H11-11 y BA-III-014.

yacimientos muestreados existió una ocupación constatada durante la temporalidad argárica (Tabla 5.2).

La Bastida es el yacimiento más representado con un total de 61 piezas, que suponen un 72% del total (Tabla 5.19). La posibilidad de muestrear el único yacimiento de los cuatro que ha sido objeto de una excavación en extensión durante más de un año ininterrumpidamente (Lull et al. 2010b; Lull et al. 2011a), permitió disponer de un registro material suficientemente extenso como para poder obtener una representación tipológica y de los diferentes contextos más completa que de otros yacimientos como Gatas y/o La Almoloya. Su inclusión en el estudio analítico se hizo efectiva desde el inicio de la investigación en 2009, por lo que las muestras de La Bastida se analizaron en los diferentes laboratorios analíticos en los que se llevó a cabo el análisis químico, convirtiéndose en un referente a la hora de comparar la metodología llevada a cabo entre laboratorios.

En segundo orden, La Almoloya con 16 piezas presenta un registro muy inferior al de La Bastida, principalmente por el carácter inicial de la investigación llevada a cabo en este yacimiento, que acaba de ser objeto de estudio de su segunda campaña de excavación en extensión. En concreto, las piezas analizadas de La Almoloya se muestrearon durante la primera campaña de excavación realizada por el grupo de investigación, en verano de 2013, durante la cual se sacó a la luz una batería de material argárico considerable (Lull et al. 2013c). No obstante, el *corpus* cerámico no pudo completar una representación exhaustiva de todas las formas de la tipología argárica y de los diferentes contextos y fases temporales, aunque sí se obtuvo un muestreo suficiente de las diferentes formas argáricas, tanto en el ámbito doméstico como en el funerario (Tabla 5.5).

La selección de muestras de los otros dos yacimientos, Gatas y La Tira del Lienzo, respondió a cuestiones metodológicas, principalmente con el fin de evaluar los residuos orgánicos en otros contextos argáricos y en otras condiciones de conservación. En este sentido, el carácter de las excavaciones en Gatas, primero en forma de sondeos y luego como excavación en extensión (Castro et al. 2004), no contempló en ningún momento el análisis de residuos orgánicos, situación que dificultó la conservación de los residuos orgánicos. Así, se planteó la posibilidad de muestrear siete piezas cerámicas a fin de comprobar si aún se conservaban residuos orgánicos y si la posible contaminación de la

pieza por su manipulación directa y conservación en condiciones desfavorables había influido negativamente en su conservación (ver *infra*).

Periodización Argárica	Periodización Gatas "Proyecto Gatas"	Periodización La Bastida "Proyecto La Bastida"	Fasificación de La Almoloya "Proyecto La Bastida"	Periodización La Tira del Lienzo "Proyecto La Bastida"
Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Gatas II (2250-1950 cal ANE)	Fase 1 (c.2200-2025 ANE)	Fase 1a (c.2200-1950 ANE)	Fase 1. Ocupación "preurbana" (III-II milenio cal ANE)
		Fase 2 (c.2025-1900 ANE)	Fase 1b (c.2200-1950 ANE)	
Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Gatas III (1950-1700 cal ANE)	Fase 3a (c.1900/1825-1775 ANE)	Fase 2a (c.1950-1750 ANE)	Fase 2. Primer trazado urbanístico radial (s.XIX-XVIII cal ANE)
			Fase 2b (c.1950-1750 ANE)	
			Fase 3 (c.1950-1750 ANE)	
			Fase 4a (c. 1950-1750 ANE)	
Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Gatas IV (1700-1500 cal ANE)	Fase 3b (c.1775-1550 ANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Fase 3. Segundo trazado urbanístico radial (s.XVIII-XVII cal ANE)
			Fase 5 (c.1750-1550 ANE)	

Tabla 5.2 Correspondencias entre las fases culturales de los yacimientos muestreados y la periodización propuesta para el desarrollo del Grupo Argárico (Lull et al. 2009c). Destaca la periodización del yacimiento de La Almoloya, que a la espera de obtener un registro cronométrico mayor, tan sólo concreta la periodización en algunas de sus fases.

En el caso de La Tira del Lienzo, su inclusión puntual en el programa analítico se hizo efectiva en la segunda etapa analítica. Pretendía hacer una primera evaluación de las posibilidades de conservación en el yacimiento, así como conocer las posibilidades analíticas de un contexto argárico distinto a La Bastida. A tal fin, se muestreó una pieza

cerámica (TL-H7-115) correspondiente a una F7. Las razones de la elección de esta pieza se exponen en el apartado destinado a evaluar el yacimiento (ver *infra*).

Tras exponer la representación analítica de estos cuatro yacimientos en el cómputo total de muestras analizadas, es el momento de conocer el lugar de procedencia y los principales resultados obtenidos para cada uno, si bien la discusión sobre los resultados analíticos se expondrá más extensamente en el siguiente capítulo.

5.2. El contexto arqueológico de procedencia

5.2.1. La Bastida (Totana, Murcia)

El cabezo de La Bastida es un cerro de 450 metros de altitud sobre el nivel del mar, localizado en las estribaciones de Sierra Espuña y la Sierra de la Tercia y en la confluencia de la rambla de Lébor y el barranco Salado. Se trata del primer asentamiento argárico conocido, aunque no se definiría como tal hasta el ulterior trabajo de los hermanos Siret (Siret y Siret 1890), quienes también intervinieron en el mismo.

Las intervenciones desde su descubrimiento oficial de la mano de Rogelio de Inchaurrendieta (Inchaurrendieta 1869) han sido innumerables y no siempre destinadas a su estudio científico, ya que los expolios y saqueos han dejado su huella en el yacimiento. En el marco del estudio del grupo argárico, las principales intervenciones y publicaciones al respecto hasta inicios del siglo XXI²⁹⁰ se recogen en las siguientes publicaciones: (Inchaurrendieta 1869; Siret y Siret 1890; Cuadrado 1947; Martínez Santa-Olalla et al. 1947; Ruíz Argilés 1948; Ruíz Argilés y Posac 1956).

En la actualidad y desde finales de 2008, el yacimiento es el principal objeto de estudio del "Proyecto La Bastida", dirigido por el grupo de investigación ASOME y que no sólo se ocupa de la excavación y análisis del material recuperado en el mismo, sino también de la divulgación del conocimiento científico (Lull et al. 2010b; Lull et al. 2011b).

El resultado de las intervenciones desarrolladas aún no han sacado a la luz la tercera parte de los 45.000 m² que ocupa el yacimiento. En concreto, durante las excavaciones realizadas en los años 40 del pasado siglo se excavaron unos 3.400 m² en la ladera sureste del yacimiento (Martínez Santa-Olalla et al. 1947; Ruíz Argilés 1948; Ruíz Argilés y Posac

²⁹⁰ El reciente trabajo del equipo (Lull et al. 2011a, 58–59) sintetiza en una tabla todas las intervenciones acontecidas en el yacimiento.

1956), zona en la que el equipo de la UAB volvió a intervenir con el fin de identificar, analizar y consolidar las estructuras excavadas previamente, en lo que se denominó Zona 0 (Lull et al. 2010b; Lull et al. 2011a).

A su vez el equipo ASOME-UAB abriría nuevos sectores de excavación entre 2009 y 2011, sacando a la luz unos 5.200 m² organizados en 7 zonas; las zonas 1 y 2 se ubican en el pie de monte o ladera inferior, vecinas a la zona 0. Por su parte, las zonas 3, 4, 5, y 7 se localizan a media altura de la ladera del cerro, quedando la zona 6 en la cima del yacimiento (Fig. 5.2). Además, la intervención del equipo ASOME-UAB ha sacado a la luz el grado de erosión y afectación que las obras de repoblación forestal y aterrazamiento realizadas en los años 70 por el ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza) han provocado en parte de la cima y la ladera norte (Lull et al. 2010b); erosión que, junto a los expolios documentados, ha mermado y dificultado la lectura arqueológica del mismo.

Las primeras intervenciones en el yacimiento (Martínez Santa-Olalla et al. 1947; Ruíz Argilés 1948; Ruíz Argilés y Posac 1956) ofrecen una visión parcial de su ocupación. No obstante, la revisión de las publicaciones realizadas permitió hacer una primera lectura de La Bastida a partir de los datos publicados (Lull 1983; Lull et al. 2011a).

Desde las primeras publicaciones se define un patrón urbanístico dispuesto en terrazas artificiales, documentándose además dos fases de ocupación (Lull et al. 2009b). La primera fase se caracteriza por la predilección de las construcciones de forma absidal. Claro ejemplo de ello son los Departamentos IX y X excavados por el equipo de Martínez Santa-Olalla (Martínez Santa-Olalla et al. 1947). Frente a esto, la fase más reciente presente recintos de tendencia rectangular y alargada.

El carácter parcial de la información sobre las primeras intervenciones se constata también en el material mueble recuperado. Claro ejemplo lo define Lull (Lull 1983), al atestiguar que el 51% del material recuperado pertenece a la excavación de Ruiz Argilés y Posac, cuya actividad ocupa solo un 13% del área excavada y publicada. No obstante, destaca la elevada cantidad de molinos recuperados, artefactos líticos que se completan con el utillaje en sílex. La agricultura y la ganadería están también representadas a partir del hallazgo de abundantes restos faunísticos (ovicápridos, bóvidos y equino) y de cereal carbonizado. La metalurgia está documentada a partir del hallazgo de algunos objetos metálicos, estos últimos los menos.

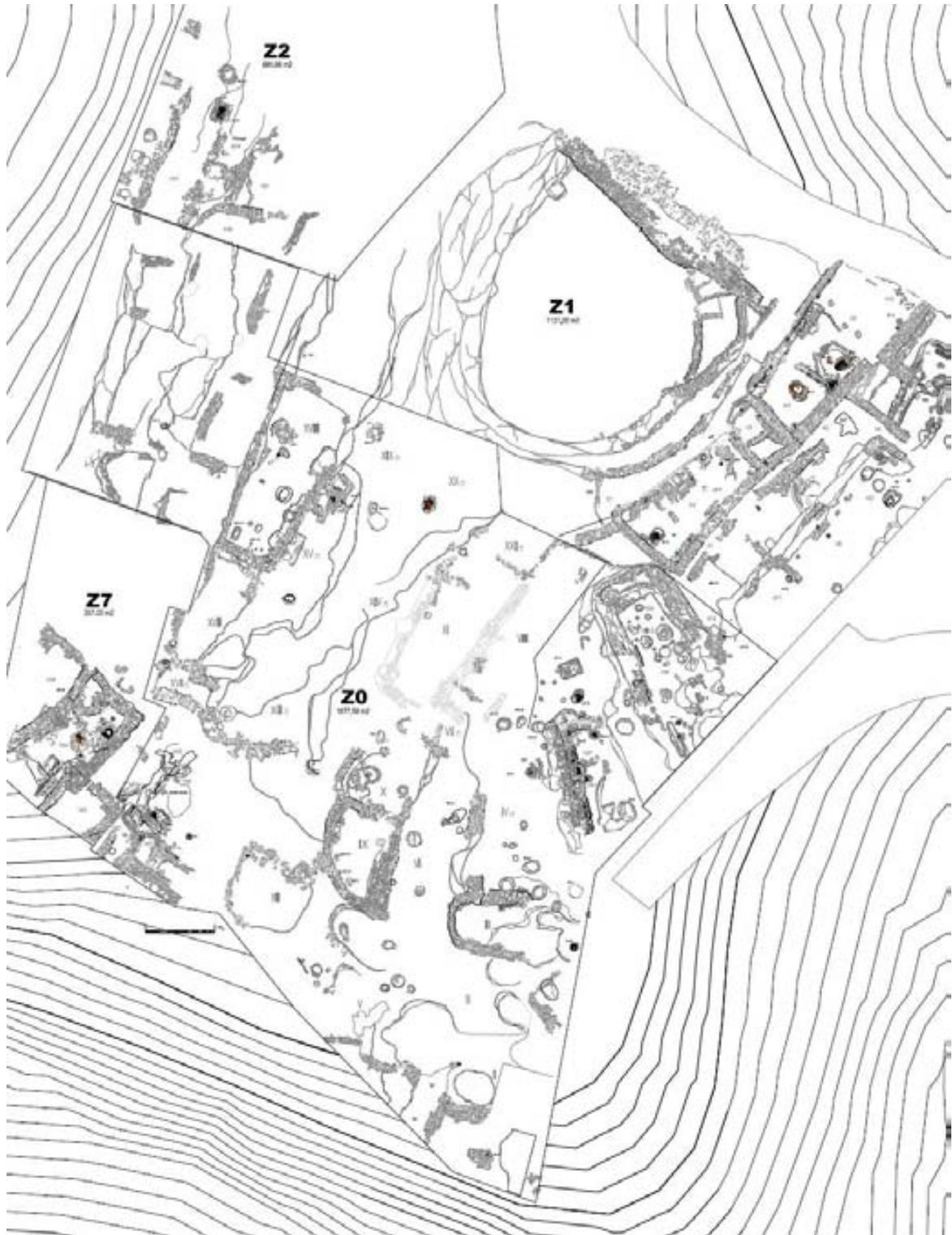


Fig. 5.2 Planimetría de las estructuras excavadas en el sector "Pie de Monte" de La Bastida donde se concentra el grueso de las excavaciones antiguas (Zona 0) y gran parte de las recientes excavaciones del "Proyecto La Bastida".

Los recientes trabajos en el yacimiento al amparo del proyecto "La Bastida", han permitido completar la lectura de su ocupación, definiendo una tercera fase de ocupación y completando la caracterización de las dos primeras. En concreto, se ha confirmado la ocupación en el cerro durante unos seis siglos, que abarcan toda la temporalidad del grupo argárico, desde los comienzos de la formación del grupo hasta su final (2200-1550 cal ANE).

La primera Fase (c.2200-2025 ANE) se corresponden con la fase Argar Inicial (2200-1950 cal ANE) (

Tabla 5.2), y esta atestiguada en la documentación de varias cabañas de planta curvilínea, levantadas con hoyos de poste y tapial. En las que se documentan principalmente material cerámico de acabado tosco y un característico color amarillento, con la presencia de piezas con decoraciones de triángulos incisos, material que tiene su correlato en yacimientos como Lugarico Viejo o la fase Gatas II del yacimiento del mismo nombre. El ajuar artefactual se completa con el hallazgo de algunos artefactos macrolíticos, pesas de telar, así como la presencia de esporádicos elementos de cobre y cestería. Sin que se documenten enterramientos asociados a este momento inicial, situación que recuerda a la primera ocupación definida para Gatas (Lull et al. 2009a; Lull et al. 2011b).

La segunda fase de ocupación (c.2025-1900 ANE) se caracteriza por la sustitución de las precederas construcciones absidales de la etapa anterior, por estructuras rectangulares y de tendencia alargada, levantadas con robustos muros de piedra. Entramado urbanístico que seguirá en la siguiente fase de ocupación Fase 3, que se divide en dos subfase: la Fase 3a (c.1900/1825-1775 ANE), que se corresponde *grosso modo* con la fase Argar Pleno (1950-1750 cal ANE) y la Fase 3b (c.1775-1625 ANE) que se equipara con la fase Argar Final (1750-1550 cal ANE) (Lull et al. 2013a); durante la fase 3 tiene lugar el momento de mayor expansión urbanística, atestiguada en la intervención del "Proyecto La Bastida", que saca a la luz un denso entramado de habitaciones, excavadas sobre la roca madre o aprovechando los estratos de formación co-luvial. Las plantas de las habitaciones siguen siendo de tendencia rectangular aunque conservar algunas esquinas redondeadas y la complejidad del entramado aumenta, como lo atestigua el hallazgo de pasillos de comunicación entre las habitaciones o la presencia de infraestructuras internas

como hornos, hogares o/y banquetas. Además, a esta etapa pertenece la documentación de una vivienda de grandes dimensiones en la zona de la cima (zona 6).

La singularidad y magnitud de dos construcciones destacan sobre el resto de las halladas durante la intervención del "Proyecto La Bastida". Se trata del hallazgo de una balsa, ya atestiguada en las intervenciones de los años 40, pero será ahora cuando se excava en su totalidad y que por su gran capacidad (superior a 320 m²), posiblemente se destinara a uso doméstico o a actividades relacionadas con la producción artesanal. En segundo lugar, destaca la reciente confirmación del hallazgo de la muralla, que Lull (Lull 1983) ya se cuestiona pero que, al igual que los investigadores anteriores (Martínez Santa-Olalla et al. 1947; Ruíz Argilés 1948; Ruíz Argilés y Posac 1956; entre otros), no documenta evidencias materiales. Habrá que esperar a 2012, para que el equipo del "Proyecto La Bastida" atestiguará el hallazgo de esta muralla y comience su excavación, que se prolongará durante 2013. La localización de la muralla se concreta en la ladera oriental del yacimiento a una altitud inferior y hasta el momento se han excavado parte de dos líneas de muralla, formadas por lienzos de hasta 3 metros de anchura con diversa torres troncopiramidales. La antigüedad de la fortificación está atestiguada por varias dataciones²⁹¹ que la sitúan hacia 2200-2100 ANE y aseguran su ocupación hasta por lo menos el inicio de la tercera fase de ocupación del asentamiento (c.1900/1825-1775 ANE) (Lull et al. 2013a; Lull et al. 2014).

En cuanto al registro funerario que ha aportado La Bastida, se han recuperado 295 tumbas: 156 son resultado de las intervenciones realizadas con anterioridad²⁹² al "Proyecto La Bastida", las 89 restantes proceden de las sucesivas intervenciones que el "Proyecto La Bastida" viene desarrollando desde 2008²⁹³. Destaca la elevada proporción de tumbas en contenedor cerámico, aunque también están representadas el resto de tipologías (fosas y cistas), salvo las covachas. Destaca un tipo especial de sepultura denominado "cámara", se trata de una fosa provista de hoyos de poste en sus cuatro esquinas; de este último tipo sobresale el hallazgo de la única tumba excavada en la zona

²⁹¹MAMS-17412: 3734±26 BP (Lull et al. 2014)

MAMS-17411: 3756±34 BP (Lull et al. 2014)

MAMS-15665: 3495±31 BP (Lull et al. 2014)

²⁹² La reciente publicación de (Lull et al. 2011b, Tabla 2) muestra un recuento de las tumbas excavadas en las diferentes intervenciones realizadas en el yacimiento desde 1869, sin que se tengan datos sobre las tumbas excavadas por J. Cuadrado Ruiz.

²⁹³ Información cedida en comunicación personal por el equipo de antropología del "Proyecto La Bastida".

de la cima y única que contiene una F6 como ajuar, acompañada de otros elementos como una pequeña tulipa F5, un puñal de tres remaches, un punzón, una pieza cárnica de bóvido, varias bolitas de *goetitha* y dos dientes de tiburón.

A su vez, entre los enterramientos del yacimiento destaca el elevado número de tumbas infantiles, que además representan al único grupo social que no suele ir acompañado de ajuar alguno.

Por su parte, el ajuar habitacional recuperado se encuentra aún en la etapa de investigación, por lo que por el momento no se puede realizar una lectura completa de la intervención del proyecto La Bastida.

5.2.1.1. El material cerámico analizado de La Bastida

La Bastida es el yacimiento con el mayor número de piezas analizadas químicamente. En total se han realizado 77 analíticas sobre 61 recipientes muestreados. Es además el único yacimiento que se ha analizado en todas las etapas analíticas realizadas en este estudio (Tabla 5.1), lo que permitió desde un principio evaluar la reproducibilidad del método analítico en los tres laboratorios de análisis (UB, SAQ, ICTA).

En este sentido, tras realizar la primera fase analítica en el laboratorio de la Universidad de Bradford (UB), que aglutinaría el grueso de muestras analizadas de La Bastida, se seleccionó una muestra control²⁹⁴ procedente de una pieza que atestiguaba residuo orgánico de origen argárico, y se sometió a sendas analíticas en los otros dos laboratorios en los que se desarrolló el programa analítico: Servei d'Anàlisi Química y el Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, ambos en la UAB y de este modo se pudo evaluar la reproducida analítica y comparar los resultados entre laboratorios. El conjunto de muestras analizadas en sendos laboratorios pretendía completar las conclusiones analíticas obtenidas en la primera fase desarrollada en la Universidad de Bradford.

La amplia representación de este yacimiento entre la población de muestras analizada responde principalmente a dos razones:

- Las posibilidades analíticas que ofrece el contexto investigador del "Proyecto La Bastida": el carácter de la intervención, que realizó desde un principio una

²⁹⁴ La pieza seleccionada fue BA-H3-54, que como se destacará en el capítulo 6 ha permitido definir la reproducida analítica en los diferentes laboratorios

excavación en extensión ha permitido acceder a un *corpus* cerámico suficientemente representativo tanto tipológicamente, como contextual y temporalmente, lo que se traduce en la posibilidad de muestrear la mayoría de las formas cerámicas en los diferentes contextos de amortización social (habitacional y funerario) en los que se documentan. Además, la faseificación del yacimiento (Tabla 5.2) que comprende los seis siglos de desarrollo argárico, permite muestrear en toda su extensión el desarrollo de esta sociedad.

- La integración de un programa analítico focalizado en el análisis de residuos orgánicos desde el comienzo del proceso de excavación, permitió optimizar la selección de las muestras, controlando el protocolo de muestreo y permitiendo en muchos casos seleccionar muestras de control (RES₁/RES₂).

De este modo, la estrategia analítica desarrollada ha permitido disponer no sólo del conjunto de muestras más numeroso, sino también del más representado a nivel tipológico, contextual y cronológico. No obstante, en algunos casos la representación tipológica resultó inviable para algunas formas y/o fases cronológicas; es el caso de la F6, de la que sólo se pudo analizar un ejemplar (BA-BA60-1) y de la fase inicial del yacimiento (C. 2200-2000 ANE), que como ya se ha señalado tiene una representación estructural inferior.

Si bien, aunque la evaluación de los resultados tanto a nivel tipológico como analíticos se expondrá en los siguientes capítulos, destacaremos en este apartado algunas características de las piezas analizadas.

El protocolo analítico no resultó óptimo para el total de las piezas de La Bastida, sobre todo en la primera etapa de la investigación en la que el muestreo de la primera fase de ocupación, escasamente representada en el yacimiento, implicó la selección de piezas que ya habían sido manipuladas en el laboratorio para poder obtener una representación tipológica similar a las otras fases muestreadas.

Del total de las 77 muestras analizadas, en 25 de ellas se pudo reproducir el protocolo analítico en su integridad, pero no así para las otras 52 muestras restantes, en las que no se respetaron todos los estadios del protocolo de muestreo conducentes a minimizar la posible contaminación de la muestra y optimizar los resultados analíticos (ver capítulo 4).

En cuanto al tipo de muestra tomadas, tan solo se documentaron y analizaron dos muestras de residuo adherido a la pared (RES5), el resto de muestras proceden de fragmentos muestreados de las piezas seleccionadas (RES3/RES4) y suman un total de 60. Por su parte, se seleccionaron 15 muestras control para su análisis químico (RES1/RES2).

En relación a la tipología muestreada, de los cuatro yacimientos analizados, La Bastida es el que presenta una representación tipológica mayor. Sin embargo, si hacemos una primera evaluación de la formas analizadas en los diferentes contextos de amortización social, observamos algunas diferencias claras (Tabla 5.3); algunas formas están escasamente representadas en el yacimiento, caso de la F3 o la F6 y F8. Otras sólo muestran una proporción destacada en el contexto habitacional, como es el caso de la F1 o la F4. Situación que ha impedido hacer una lectura similar para ambos contextos.

En este contexto, durante la primera fase analítica se primó el análisis de las fases que cronológicamente quedaban bien definidas a partir del material recuperado, dando lugar al muestreo de la fase Argar Inicial (2200-2050 cal ANE) y la fase Argar Final (1790-1550 cal ANE). El muestreo de las piezas procedentes de la fase Argar Pleno quedó postergado a la espera de ubicar la secuencia estratigráfica en el plano temporal, a partir del análisis de la materialidad recuperada y de las dataciones radiocarbónicas.

Forma cerámica	Contexto Habitacional	Contexto Funerario
F1	12	0
F2	4	3
F3	3	–
F4	13	2
F5	7	6
F6	0	1
F7	8	2
F8	0	1

Tabla 5.3. Síntesis de las formas analizadas en el yacimiento de La Bastida y su representación en los diferentes contextos de amortización social.

Esta estrategia de muestreo resultó en una mayor representación de las piezas de La Bastida procedentes de la fase argárica Argar Final con un 41% de las piezas analizadas, seguido de las piezas de la fase Argar Inicial con un 33% de las piezas. Por último, la fase Argar Pleno, incluida con posterioridad en esta investigación, reunía el 26% de los *ítems* analizados.

5.2.2. Gatas (Turre, Almería)

Asentamiento en altura localizado en el municipio almeriense de Turre, que se localiza en las estribaciones septentrionales de Sierra Cabrera y los márgenes meridionales de la Depresión de Vera, en concreto en la cuenca baja del Río Aguas, y que pertenece de este modo al grupo de asentamientos documentados en el núcleo originario del grupo argárico: Depresión de Vera (Almería) y el Valle del Guadalentín (Murcia) (Fig. 5.1) (Lull 1983; Castro et al. 1999a).

Las investigaciones arqueológicas se inician en el yacimiento a finales del siglo XIX de mano de los hermanos H. y L. Siret, quienes junto a su capataz Pedro Flores centraron el trabajo de excavación en la meseta superior del cerro, documentando 18 tumbas y material de carácter habitacional (Siret y Siret 1890).

Habrá que esperar a la puesta en marcha del "Proyecto Gatas: Sociedad y Economía en el Sudeste de España c. 2500-800 a.n.e" a mediados de los años 80, para que se reanuden las investigaciones en el yacimiento (Chapman et al. 1987). Dirigido por el equipo de investigación de la UAB, se inició en 1985 con una prospección del cerro a la que siguió una segunda fase que contemplaba la excavación en extensión en algunas zonas del yacimiento, definidas en cuatro sondeos: Sondeo 1, Sondeo 2, Sondeo 3 y Sondeo 4, localizados en diferentes puntos de la ladera norte y este del cerro (Fig. 5.3).

Con posterioridad, en dos de estos sondeos (Sondeo 2 y Sondeo 3) se iniciaron los trabajos de excavación en extensión (Zona A y Zona B) a la que se le sumaría una tercera zona (Zona C). La última intervención en el yacimiento se desarrollaría en 2001, donde el mismo equipo de investigación llevó a cabo una campaña de excavaciones en la meseta superior, como continuación de los trabajos realizados en la misma zona por los hermanos Siret y con el objetivo de recuperar los elementos arquitectónicos que habían

quedado intactos tras la intervención del siglo XIX (Castro et al. 1999a; Castro et al. 2004; Delgado 2008).

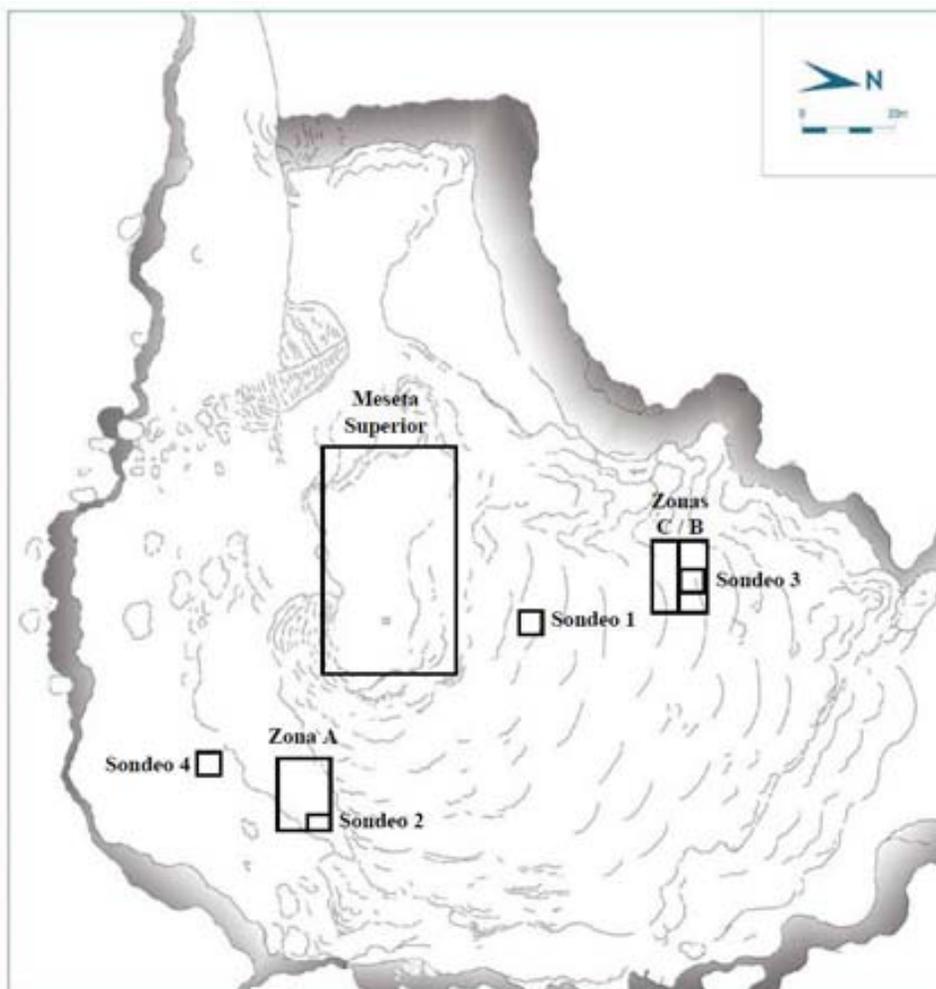


Fig. 5.3. Plano de Gatas destacando la localización de los sondeos y excavaciones realizadas por el "Proyecto Gatas" (Delgado 2008, 39).

Las diversas y sucesivas intervenciones del equipo de la UAB en Gatas se recogen en una amplia serie de publicaciones (Chapman et al. 1987; Castro 1992; Castro et al. 1994a; Castro et al. 1994b; Castro et al. 1995; Castro et al. 1999a; Castro et al. 2004) en las que se detallan los resultados obtenidos.

Como ya se ha mencionado con anterioridad (ver capítulo 1 y capítulo 2), gracias al análisis conjunto de la secuencia estratigráfica y las fechas radiocarbónicas obtenidas para el yacimiento, que sumaban más de 40 dataciones válidas (Hedges 1993; Castro et

al. 1994a; Castro et al 1994b; Castro et al. 1995; Castro et al. 1996; Castro et al. 1999a; Castro et al. 2004), se consiguió acotar la temporalidad argárica y definir la dinámica de ocupación del asentamiento. Esta exhaustiva investigación se tradujo en la identificación de seis fases de habitación continuadas, que irían desde el Calcolítico hasta el Bronce final, documentando además restos más tardíos asociados a la época andalusí. Tres de estas fases corresponden a la ocupación argárica. La primera, Gatas II, aglutina los primeros niveles de ocupación argáricos, Gatas III representa la segunda fase de ocupación y Gatas IV define la tercera y última fase de ocupación (Tabla 5.4).

Fases Gatas	Cronología cal ANE
GATAS I	2850-2650
GATAS II	2250-1950
GATAS III	1950-1700
GATAS IV	1700-1500
GATAS V	1500-1300
GATAS VI	1300-950
GATASVII	1800-1900 (DNE)

Tabla 5.4. Última propuesta de fasificación del yacimiento de Gatas (Castro et al. 1999b, 79).

La ocupación argárica constituye el horizonte mejor representado en el yacimiento, tanto en las laderas como en la meseta superior del cerro. Define para la primera fase una ocupación aterrazada que se mantendrá en las otras etapas, y que para este primer momento se compone de cabañas de planta curva y postes de madera. Este primer momento se caracteriza por una producción cerámica que aún presenta influencias de la etapa anterior, pero que muestra algunas innovaciones tecnológicas (pastas de cocción oxidante y representación de algunos tipos cerámicos plenamente argáricos). En cuanto a la producción lítica, destaca la presencia de instrumentos de percusión y alisadores pulidores.

La fase Gatas III, segundo momento de ocupación argárica, muestra diversos cambios en relación a la primera fase argárica: desaparecen las cabañas y se implantan las

construcciones de planta rectangular con zócalo de piedra y alzados rematados con tapial; se intensifica la actividad agrícola, en la que destacan los cereales; la producción cerámica va adquiriendo una estandarización a nivel formal, y se produce una mayor representación de los artefactos líticos relacionados con el procesado agrícola, lo que se traduce en el hallazgo masivo de restos macrolíticos, además del hallazgo de artefactos metálicos, escasamente representados en etapas anteriores.

La última fase de ocupación argárica, Gatas IV, sigue la tendencia constructiva de la etapa anterior, con un mayor desarrollo de los espacios. La agricultura sigue estando ampliamente representada, destacando de nuevo el consumo de cereales, sobre todo de cebada. La producción cerámica ofrece un mayor grado de estandarización y se da un importante desarrollo de la producción de artefactos de molienda, alisadores y percutores (Castro et al. 1999a).

La ocupación post-argárica corresponde a las fases Gatas V, Gatas VI y Gatas VII. Las dos fases correspondientes al Bronce Final (Gatas V y Gatas VII) se caracterizan por una clara ruptura frente a la ocupación argárica anterior, ruptura atestiguada en algunos aspectos como la diversificación de las especies cultivadas y una mayor representación de la industria lítica tallada (Castro et al. 1999a).

5.2.2.1. El material cerámico analizado de Gatas

El muestreo realizado sobre la cerámica recuperada en Gatas y conducente a la caracterización de su contenido orgánico, se concreta en la toma de 7 muestras durante la segunda etapa analítica de este estudio.

Como ya se ha destacado, la inclusión de este yacimiento en el presente trabajo, responde principalmente a una cuestión metodológica. El desarrollo de la primera fase analítica, focalizada en el análisis de material del yacimiento de La Bastida, planteó una serie de cuestiones que se esperaba responder en esta segunda fase analítica:

1. La necesidad de definir el grado de conservación de los residuos orgánicos sobre una materialidad que no ha seguido el protocolo propuesto para minimizar la degradación de los residuos orgánicos y su contaminación. El material seleccionado en este trabajo, aunque corresponde a la última intervención desarrollada en el yacimiento en 2001 (Castro et al. 2004), ha estado expuesto a la

degradación ambiental durante más de diez años. Además carece de un muestreo óptimo, al haber sido manipulado de modo directo con las manos y almacenado en bolsas de plástico y sin ningún control de las condiciones de conservación (temperatura y humedad), lo que incrementa las posibilidades de contaminación.

2. La posibilidad de documentar y comparar los residuos orgánicos de contextos argáricos diferentes permitiría definir similitudes y diferencias a nivel tipológico, cronológico y espacial en los resultados obtenidos en la primera etapa analítica, así como conocer el grado de conservación de los residuos orgánicos en otros contextos argáricos.

En suma, los resultados obtenidos en la primera etapa pertenecientes a La Bastida motivaron la inclusión de Gatas, como una posibilidad de analizar otro contexto argárico diferente y de la misma época, con el que evaluar los resultados obtenidos en el mismo a nivel arqueológico (tipológico y temporal) y metodológico (condiciones de conservación y de muestreo).

En este contexto se han muestreado 7 piezas, todas RES₄, 4 procedentes de la fase Gatas II y 3 de la fase Gatas IV, coincidentes con las fases cronológicas muestreadas en el yacimiento de La Bastida durante la primera fase analítica, y que se corresponden con la fase Argar Inicial y Argar Final (Lull et al. 2009b), facilitando de este modo la comparación entre ambos yacimientos y momentos de ocupación análogos (Tabla 5.2).

El protocolo de muestreo ha resultado prácticamente inexistente hasta el momento de iniciar el análisis químico en el laboratorio. En consecuencia el total de muestras presentan signos de contaminación por presencia de plásticos. No así de elementos de contaminación antrópica, que como se destacará en el apartado de discusión no se han documentado. La conservación de las piezas, almacenadas directamente en bolsas de plástico, parece haber sido el motivo para que se produzca esta contaminación. Esta contaminación ha influido en el grado de conservación de los residuos orgánicos.

El muestreo tipológico pretendía incluir en el análisis una representación de las 8 formas definidas por los hermanos Siret; sin embargo, la escasez de material recuperado para la primera ocupación argárica en Gatas y la inexistencia de algunos tipos cerámicos

en esta primera etapa²⁹⁵ imposibilitó este objetivo. Para la fase de ocupación Argar Final, la más reciente, aunque existía un *corpus* material más amplio, tampoco estaban representados todos los tipos cerámicos. No obstante, la selección de las muestras analizadas tuvo en cuenta los resultados analíticos obtenidos en la primera etapa analítica realizada sobre La Bastida. De este modo, se muestrearon piezas susceptibles de presentar residuos orgánicos o que los habían documentado en piezas de similares características en La Bastida. Esta información fue relevante a la hora de confirmar los resultados de la primera etapa analítica.

5.2.3. La Tira del Lienzo (Totana, Murcia)

Pequeño centro argárico localizado a tan sólo 3 km del municipio murciano de Totana, en un cerro de 310 metros de altitud sobre el nivel del mar, que se encuentra delimitado por la rambla Sisquilla y a 2 km del vecino yacimiento argárico de la Cabeza Gorda, disponiendo de una excelente visibilidad de todo el valle del Guadalentín.

Previa a la intervención del "Proyecto La Bastida" en el asentamiento, se conoce su existencia por la prospección llevada a cabo por J. A. González Guerao (González Guerao 2005).

Bajo la cobertura del "Proyecto La Bastida" se realizó una intervención en el mismo en 2010, en la que participaron varios centros educativos de Totana. El objetivo era realizar una prospección en el asentamiento en la que participara el alumnado pero, dada la riqueza arquitectónica del mismo, se convirtió en una intervención arqueológica en toda regla (González Guerao 2010; Lull et al. 2011a; Lull et al. 2011b). La intervención sacó a la superficie unos 700 m² de los 865 m² que ocupa la superficie del cerro (Fig. 5.4). La actividad se centró en la zona de la cima y las laderas norte y noroeste. Se definieron tres fases de ocupación (Tabla 5.2).

²⁹⁵ El estudio de (Castro et al. 1994b) evidencia una serie de pautas cronológicas en el ajuar cerámico que se traduce en la ausencia de algunas formas, principalmente F2 y F7, con anterioridad al 1850 cal ANE., lo que explica su ausencia en la fase inicial argárica.



Fig. 5.4. Planimetría de las estructuras excavadas en La Tira del Lienzo durante las intervención del "Proyecto La Bastida" (Lull et al. 2011a).

La primera fase se concretó hacia 2000 cal ANE. Está atestiguada por la construcción de un edificio de planta rectangular ubicado en la cima del que se conservan casi 60 m² y cuyo ajuar mueble es muy parco. Para esta fase, durante la última campaña de excavación realizada en 2012²⁹⁶, se atestiguó la presencia de un horno de tendencia circular y en la cara oeste del cerro se documentaron cuatro habitaciones más (H14, H16, H17, H18) además de una estructura definida como “granero”.

La segunda fase de ocupación se corresponde con la fase Argar Pleno y ofrece un entramado urbanístico más complejo que se traduce en la construcción de 9 habitaciones rectangulares o de tendencia trapezoidal organizadas en torno al gran edificio central. En este edificio se conservan diversos elementos de utillaje macrolítico: molinos de roca volcánica y yunques de piedra.

Por último, la tercera fase representa el segundo entramado urbanístico definido en el yacimiento, caracterizado por su particular tendencia radial. Cronológicamente se corresponde con la fase más reciente del grupo argárico. Durante este momento están en activo un total de 11 habitaciones, en las que se dieron episodios de incendios que afectaron y erosionaron tanto las estructuras urbanísticas como los materiales muebles. El análisis del material recuperado denota una diferenciación espacial de las prácticas económicas en los espacios excavados.

En cuanto al registro funerario, tan sólo se han documentado dos tumbas infantiles en urna asociadas a la última fase de ocupación. Además, en el llano junto a la ladera sur del cerro se documentaron dos cistas expoliadas.

Frente al tipo de asentamientos argáricos ubicados en cerros escarpados y de gran tamaño o a los asentamientos en llano, La Tira del Lienzo representa un tercer tipo. El carácter reducido del yacimiento y la ausencia de tumbas permitieron al equipo del “Proyecto La Bastida” equiparlo con otros asentamientos como el Cerro de las Viñas (Lorca, Murcia) o el Barranco de la Viuda (Lorca, Murcia), asentamientos de segundo orden centrados en la organización y distribución de bienes entre poblados de mayor tamaño (Lull et al. 2011a, 173–174; Lull et al. 2011b, 66-67).

²⁹⁶ El material documentado en la campaña de excavación de 2012 está aún en proceso de estudio y no se ha podido evaluar en toda su extensión para este trabajo. La información referente a la misma procede de una comunicación personal de uno de los investigadores del “Proyecto La Bastida”, Mireia Ache, a quien agradecemos desde aquí su ayuda.

5.2.3.1. El material cerámico analizado de La Tira del Lienzo

La integración del yacimiento en el programa analítico respondió principalmente a una cuestión metodológica. Durante la segunda fase analítica (Tabla 5.1) se seleccionó una pieza cerámica (TL-H7-115) correspondiente a una F7. El análisis de dicha pieza pretendía responder a dos cuestiones:

- Evaluar el grado de conservación de los residuos orgánicos en un contexto argárico diferente a La Bastida, yacimiento previamente analizado en la primera etapa de investigación²⁹⁷.
- La elección de la F7 pretendía confirmar o refutar la caracterización lipídica que para esta tipología se obtuvo en el yacimiento de La Bastida y que, como veremos en el apartado de discusión, mostrará cierta recurrencia en su contenido.

El objetivo final de este primer y único análisis en La Tira del Lienzo era evaluar las posibilidades que ofrecía el yacimiento para incluirlo en una fase de investigación posterior en el marco del análisis de residuos orgánicos.

5.2.4. La Almoloya (Pliego, Murcia)

Yacimiento localizado entre los municipios de Mula y Pliego, en cuyo término se localiza. El asentamiento se ubica en la confluencia del puerto natural entre Sierra Espuña y Pedro Ponce (Lull 1983) en un pequeño promontorio de 585 metros de altitud sobre el nivel del mar. Este promontorio tiene una forma amesetada en su cima como un óvalo de 85 metros de longitud por unos 35 metros de anchura máxima y una extensión de, aproximadamente, 0,31 hectáreas, donde se ubica el yacimiento en orientación NO/SE (Lull et al. 2013c, 37).

La primera intervención arqueológica en el cerro la realizó E. Cuadrado en 1944 con ayuda de J. de la Cierva, propietario de la finca "La Esperanza" en la que se localiza el yacimiento. Cuadrado define dos momentos de ocupación no sucesivos y separados por un nivel de incendio, situando al poblado en la franja cronológica entre 1.500-1.200/1.000 ANE, dentro del Bronce II Mediterráneo definido por Martínez Santa-Olalla (Cuadrado

²⁹⁷ Esta misma cuestión fue la que también motivó la inclusión de Gatas en el presente trabajo analítico (ver *supra*).

1945; Martínez Santa-Olalla et al. 1947). Documentó 8 sepulturas, de las cuales 5 eran en cista y 3 en contenedor cerámico. A nivel urbanístico, se descubrieron algunos restos de viviendas argáricas con ajuar doméstico asociado, entre el que documentan artefactos macrolíticos como molinos o morteros, industria lítica tallada, pesas de telar, cerámicas de diferentes tamaños y formas, utillaje en hueso, numerosos restos de fauna y, por último, algunos objetos metálicos. Se menciona la existencia de una fortificación, cuyos vestigios son algunos muros localizados en la zona SW de la meseta.

La siguiente etapa en la investigación del yacimiento la realizó M. Ayala en su estudio sobre los materiales recuperados en intervenciones clandestinas y procedentes de colecciones privadas, recuperados entre 1977 y 1979. Ayala analiza el contenido de 8 tumbas, donde destacan las F5 entre el ajuar cerámico y en menor medida algunos objetos metálicos como punzones, anillas de metal (bronce, plata y cobre) y/o puñales (Ayala 1986).

Por último, desde 2013 el yacimiento vuelve a ser punto de mira de la investigación argárica, pero esta vez en el marco de investigación del "Proyecto La Bastida". El equipo de investigación materializó su primera intervención entre mayo y octubre de 2013. Investigación que se ha reproducido durante 2014 entre los meses de mayo y septiembre, pero que se encuentra en este momento en fase de estudio por lo que no nos referiremos a ella.

El trabajo de 2013 se concretó en una primera prospección y limpieza del cerro, en la que se evidenciaron los diferentes expolios perpetrados en el mismo, recuperando numerosos materiales argáricos en superficie. Se localizó, además, el acceso al poblado a partir del hallazgo de una rampa situada en la zona sudoeste del mismo y parte de un muro defensivo en superficie (Lull et al. 2013c).

La excavación del yacimiento se concretó en dos zonas: el sector norte o Zona 1, en el que se documentó un complejo estructural de 2 viviendas (H1 y H2) delimitadas en su totalidad y diversas estructuras de, posiblemente, tres recintos aún por perfilar espacialmente (H3, H4 Y H17) (Fig. 5.5). La Zona 2 o sector meridional será la otra zona de actuación, ubicada a 16 metros de la norte, que reúne 12 recintos, entre ellos 7 viviendas (H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11) (Fig. 5.5).

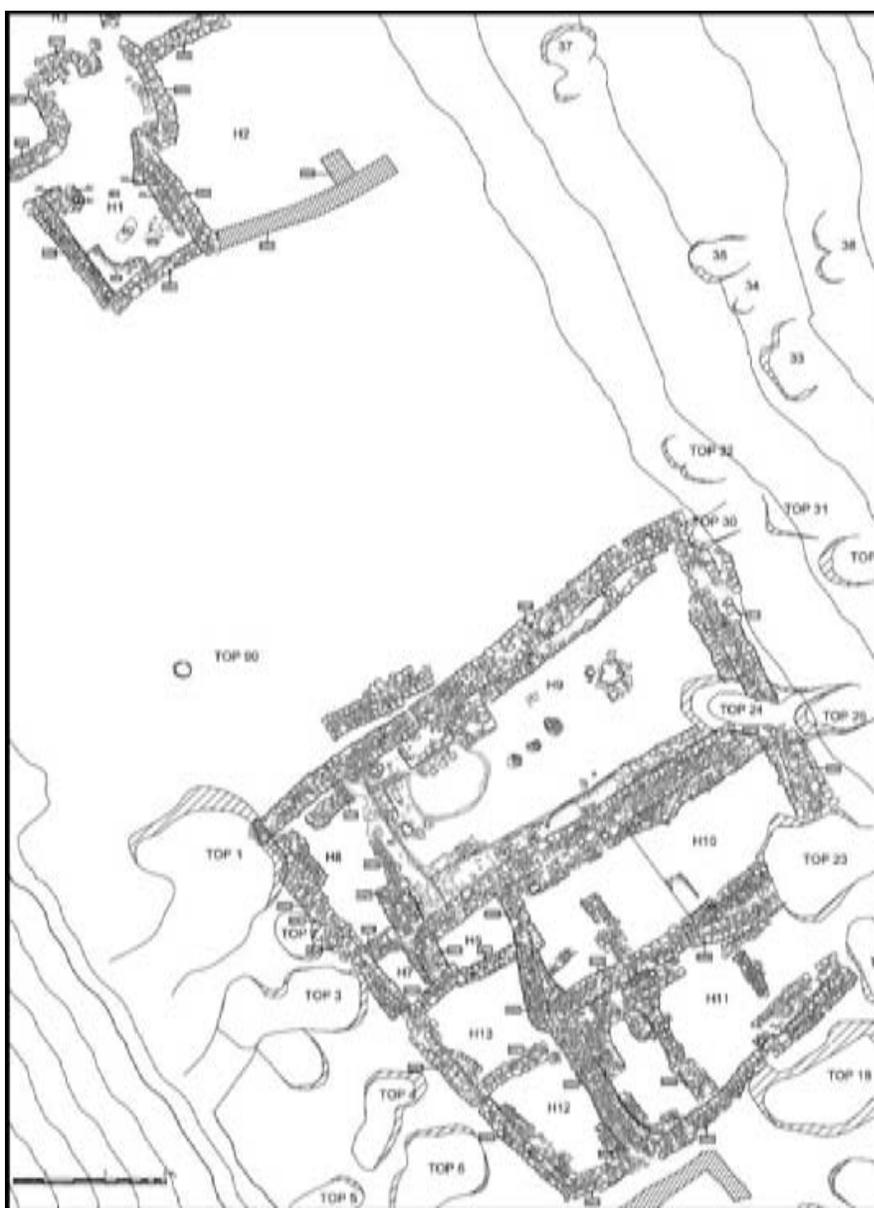


Fig. 5.5. Planimetría general de las estructuras excavadas en La Almoloja durante la intervención de 2013. En la zona superior de la imagen aparece la Zona 1 y, en la parte inferior, la Zona 2, que documenta el mayor número de estructuras²⁹⁸.

La actividad arqueológica se centró en el sector meridional. La zona norte, fuertemente expoliada, ofrecía un grado de erosión muy elevado que redujo la actividad en la habitación H1.

²⁹⁸ Información inédita aportada por el equipo de investigación de "La Bastida".

La intervención evidenció el buen estado de conservación del material argárico que conservaba una gran proporción de material *in situ*. Destaca la gran proporción de artefactos macrolíticos, pesas de telar y la conservación *in situ* de recipientes cerámicos; además, se documenta la presencia abundante de restos de fauna.

En total, entre el conjunto meridional y septentrional, se han excavado 16 habitaciones que presentan 5 fases de ocupación, algunas de las mismas divididas a su vez en dos subfases. La primera fase de ocupación se reduce a la primera fase bajo el recinto H11 y al hallazgo de dos habitaciones: H14 y H16, esta última cuenta con una datación²⁹⁹ que concreta la ocupación más antigua del yacimiento en torno a 2200-2100 cal ANE³⁰⁰.

El desarrollo urbanístico aumenta en la fase 3 con la construcción de los recintos H9, H10 y H11, siendo la fase 4, con dos subfases (Fase 4a y 4b), la que experimentó un desarrollo urbanístico mayor con la ocupación de los recintos: H9, H10, H11, H12 y H14. Se dispone de una datación que sitúa la ocupación del edificio H9 en torno a 1800-1750 cal ANE³⁰¹.

La última fase de ocupación documenta la ocupación de los edificios: H1, H5, H6, H7, H8 y H11, a partir de en torno a 1750 cal ANE³⁰². Según el análisis de los materiales recuperados y a la espera de disponer de más dataciones, el abandono se produjo en torno a c.1550 ANE (Lull et al. 2013c, 65).

Una evaluación conjunta de las diferentes fases de ocupación del yacimiento y de las dataciones obtenidas en tres de las mismas confirma su ocupación continuada durante todo el desarrollo argárico (ver capítulo 1).

Urbanísticamente, destaca la complejidad de algunas habitaciones como la H10 y la H9, esta última con dos estancias (H9E y H9O); en ambos casos es significativa la

²⁹⁹ Las dataciones obtenidas para el yacimiento de La Almoloya no se encuentran aún publicadas; su inclusión en el presente estudio ha sido posible gracias a la disponibilidad y colaboración del equipo del "Proyecto La Bastida" del que formo parte.

³⁰⁰ MAMS-19928: 3738±22 BP (Información inédita aportada por el "Proyecto La Bastida").

³⁰¹ MAMS-19927: 3442±19 BP (Información inédita aportada por el grupo de investigación del "Proyecto La Bastida").

³⁰² MAMS-19926: 3484±20 BP (Información inédita aportada por el grupo de investigación del "Proyecto La Bastida").

conservación de parte del acabado de las paredes y suelos, y la construcción de diferentes estructuras internas (banquetas, escalones).

En cuanto al mundo funerario, a las 16 tumbas excavadas con anterioridad a la intervención del "Proyecto La Bastida", se le suma el hallazgo en 2013 de 25 tumbas. Sobresale entre el tipo de contenedores funerarios las urnas. Entre el ajuar recuperado es mayoritaria la presencia de ollas de F5 (Lull et al. 2013c).

5.2.4.1. El material cerámico analizado de La Almoloya

En total se han analizado 16 piezas, todas muestreadas durante el verano de 2013. Sin embargo, el cómputo total de muestras asciende a 19 ya que una de las piezas (AY-H10-208) se muestreó dos veces como parte del programa metodológico para definir el grado de conservación de los residuos en diferentes puntos de una misma pieza (ver capítulo 6). Las otras dos muestras proceden de dos piezas en las que se recuperó residuo visible adherido a su interior (AY-AY18-11 y AY-AY18-13) (Tabla 5.199). La conservación de residuo visible en estos recipientes es un indicio claro de las buenas condiciones de conservación en este yacimiento, máxime si observamos que la presente investigación tan sólo documenta residuo adherido en cuatro recipientes (muestras RES5) de los 85 analizados. Además, las buenas condiciones de conservación del yacimiento quedan también atestiguadas si observamos el elevado número de muestras con algún tipo de residuo orgánico (Tabla 5.199). En el capítulo 6 volveremos más extensamente sobre esta cuestión.

En cuanto a la representación temporal de las piezas analizadas, la ocupación en el yacimiento es efectiva para toda la temporalidad argárica (2200-15500 cal ANE). Sin embargo, el estado prematuro de las investigaciones impidió muestrear los primeros momentos de la ocupación que se corresponden con la Fase Argar Inicial. La Fase Argar Pleno, con un 62% de piezas analizadas, es la etapa más representada, mientras que la fase Argar Final reúne el 37% restante.

Forma cerámica	Contexto Habitacional	Contexto Funerario
F1	1	1
F2	2	1
F3	1	0
F4	1	1
F5	1	2
F6	1	0
F7	3	0
F8	0	1

Tabla 5.5. Síntesis de las formas cerámicas analizadas en La Almoloya y su representación en los diferentes contextos de amortización social.

5.3. Síntesis de los resultados analíticos

El grueso de las muestras cerámicas analizadas en el presente trabajo, procedentes de cuatro yacimientos (Tabla 5.19), son las protagonistas de la estrategia analítica descrita en el capítulo 4. No todas las muestras siguieron la misma trayectoria analítica, situación que varió en función de la etapa de estudio en la que se insertaron. De este modo, las muestras analizadas en la primera etapa analítica no fueron sometidas a un análisis previo por GC-FID. En la Tabla 5.6 se muestra la trayectoria analítica de todas las muestras.

Los resultados obtenidos a partir de las técnicas GC-FID y GC-MS se presentan en cromatogramas. El análisis por GC-FID ofrece un primer análisis diagnóstico de las moléculas contenidas en la muestra. En algunos casos, es posible identificarlas mediante un análisis comparativo de los tiempos de retención relativos con estándares y mediante la comparación con otras muestras previamente analizadas por GC-FID.

Sin embargo, será la aplicación del GC-MS la principal herramienta de diagnóstico analítico que se utilizará en este trabajo. La caracterización del cromatograma obtenido por GC-MS se realizó mediante el estudio de los espectros generados. El espectro de masas que genera esta técnica permite identificar los diferentes tipos de moléculas a partir de los átomos que presenta. La identificación de estas moléculas se realiza a partir de la consulta y comparación de dicho espectro con el disponible en la colección de

referencia de la biblioteca NIST del espectrómetro. Además, como recurso interpretativo se consultaron otros trabajos que identificaron compuestos similares a los hallados para nuestras muestras. Por último, el desarrollo de trabajos experimentales en el que se analizaron sustancias ya conocidas generó una colección de referencia propia que, como veremos, será otro elemento para identificar el contenido orgánico.

El análisis isotópico (GC-C-IRMS) es el último recurso metodológico aplicado para caracterizar el contenido de las piezas argáricas. Sólo se utilizó en aquellas muestras que previamente habían documentado una cantidad representativa de los ácidos grasos³⁰³. A partir de la relación de los isótopos ¹³C y ¹²C (valor $\delta^{13}\text{C}$) de los ácidos grasos C16 y C18 se pudo discernir entre el tipo de grasa animal (rumiantes o no rumiante), grasa procedente de la leche o del tejido adiposo del animal.

El empleo conjunto o aislado de estas tres técnicas, GC-FID, GC-MS y GC-C-IRMS, ha permitido obtener una batería de resultados analíticos que se recogen en el Anexo VII. El análisis global de los resultados ha concluido en la clasificación de las muestras en diferentes categorías en función del tipo de contenido que presentaban. A continuación, se detallan las categorías analíticas definidas.

³⁰³ La muestra debe conservar entre 40-100 ng de C16:0 y C18:0 para obtener un valor de $\delta^{13}\text{C}$ óptimo en ambos compuestos (Evershed et al. 1994).

Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	GC-FID	GC-MS	GC-C-IRMS	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	GC-FID	GC-MS	GC-C-IRMS
AY-AY11-15	51	AY-AY11-15-RES3	_	X	X	BA-H2-82	BRA20	BA-H2-83-RES1	_	X	_
AY-AY17-12	53	AY-AY17-12-RES3	_	X	X		BRA21	BA-H2-84-RES4	_	X	_
AY-AY18-11	45	AY-AY18-11-RES3	_	X	_	BA-H3-108.7	BRA22	BA-H3-108.7-RES4	_	X	_
	44	AY-AY18-11-RES5	_	X	X	BA-H3-89	BRA23	BA-H3-121-RES4	_	X	_
AY-AY18-13	47	AY-AY18-13-RES3	_	X	_	BA-H3-83	BRA24	BA-H3-124-RES1	_	X	_
	46	AY-AY18-13-RES5	_	X	X		BRA25	BA-H3-124-RES4	_	X	_
AY-AY3-19	50	AY-AY3-19-RES3	_	X	X	BA-H3-160	BRA26	BA-H3-160-RES3	_	X	_
AY-H10-208	71	AY-H10-208-RES3.1	_	X	_	BA-H3-72	BRA27	BA-H3-211-RES1	_	X	_
	56	AY-H10-208-RES3.2	_	X	X		BRA28	BA-H3-211-RES4	_	X	_
AY-H10-298	59	AY-H10-298-RES3.1	_	X	_	BA-H3-92	BRA29	BA-H3-216-RES1	_	X	_
AY-H10-300	55	AY-H10-300-RES3	_	X	X		38	BA-H3-216-RES4.2	X	X	_
AY-H10-301	54	AY-H10-301-RES3.1	_	X	X	BA-H3-21	EMM008_1	BA-H3-21-RES4.1	_	X	_
AY-H11-1	61	AY-H11-1-RES4	_	X	_	BA-H3-29	BRA30	BA-H3-29-RES3	_	X	_
AY-H11-58	57	AY-H11-58-RES3.1	_	X	_	BA-H3-54	BRA31	BA-H3-54-RES3.1	_	X	_
AY-H11-87	52	AY-H11-87-RES4	_	X	X	BA-H3-59	BRA32	BA-H3-59-RES4	_	X	_
AY-H11-92	66	AY-H11-92-RES3.1	_	X	X	BA-H3-60	BRA33	BA-H3-60-RES4	_	X	_
AY-H1-8	65	AY-H1-8-RES3	_	X	_	BA-D.VIIIaE-477	BRA34	BA-D.VIIIaE-477-RES3	_	X	_
AY-H9-64	49	AY-H9-64-RES3	_	X	X	BA-H3-65.10	EMM019	BA-H3-65.10-RES4	_	X	_
AY-H9-98	48	AY-H9-98-RES4	_	X	_	BA-H3-78	EMM016	BA-H3-78-RES4.1	_	X	X
BA-BA14-6	BRA1	BA-BA14-6-RES3	_	X	_	BA-H3-9	BRA35	BA-H3-9-RES3	_	X	_
BA-BA18-43	BRA2	BA-BA18-40-RES3	_	X	_	BA-H54-174	58	BA-H54-174-RES3	_	X	_
BA-BA33-6	BRA3	BA-BA33-6-RES1	_	X	_	BA-H5-51	BRA36	BA-H5-51-RES4	_	X	_
BA-BA40-10	BRA4	BA-BA40-10-RES3	_	X	_	BA-H59-24	27	BA-H59-24-RES2.1	X	_	_
BA-BA40-9	BRA5	BA-BA40-9-RES1	_	X	_	BA-H59-35	EMM009	BA-H59-35-RES3	_	X	X
	39	BA-BA40-9-RES3.2	X	X	X	BA-H59-42	5	BA-H59-42-RES3.1	X	_	_
BA-BA58-1	29	BA-BA58-1-RES3	X	X	_		6	BA-H59-42-RES3.3	X	X	_
BA-BA60-1	EMM013	BA-BA60-24-RES1	_	X	_	BA-H7-62.2	BRA37	BA-H7-62.2-RES4	_	X	_
	26	BA-BA60-25-RES2	X	X	_	BA-H7-68	BRA38	BA-H7-68-RES1	_	X	_
	EMM015	BA-BA60-27-RES3.2	_	X	X		BRA39	BA-H7-68-RES4	_	X	_
BA-BA60-31	60	BA-BA60-31-RES3.2	_	X	_	BA-H7-73.5	BRA40	BA-H7-73.5-RES4	_	X	_
	9	BA-BA60-31-RES2	X	X	_	BA-H7-80.2	BRA41	BA-H7-80.2-RES4	_	X	_
BA-BA63-23	EMM011	BA-BA63-23-RES3.1	_	X	_	BA-H7-92.2	BRA42	BA-H7-92.2-RES4	_	X	_
BA-BA63-23	EMM012	BA-BA63-23-RES3.2	_	X	_	BA-H9-50.5	40	BA-H9-50.5-RES4.2	X	X	X
BA-BA65-9	EMM020	BA-BA65-9-RES3	_	X	_	BA-H9-85	BRA43	BA-H9-85-RES1	_	X	_
	EMM021	BA-BA65-9-RES5	_	X	_		BRA44	BA-H9-85-RES4	_	X	_
BA-BA77b-16	8	BA-BA77b-16-RES3.2	X	_	_	BA-H9-90	EMM002	BA-H9-90-RES4	_	X	_
BA-BA78-10	11	BA-BA78-10-RES3.1	X	X	_	BA-H9-91	BRA45	BA-H9-91-RES4	_	X	_
BA-BA78-33	4	BA-BA78-33-RES3.1	X	X	_	BA-H9-99	BRA46	BA-H9-99-RES1	_	X	_
BA-BA80-11	33	BA-BA80-11-RES3	X	_	_		BRA47	BA-H9-99-RES4	_	X	_
BA-H10-1	BRA6	BA-H10-1-RES3	_	X	_	BA-III-014	BRA48	BA-III-014-RES4	_	X	_
BA-H10-42	BRA7	BA-H10-42-RES4	_	X	_	BAR-H76-1	30	BAR-H76-1-RES1	X	_	_
BA-H12-124	BRA8	BA-H12-124-RES4	_	X	_		28	BAR-H76-1-RES3	X	X	X
BA-H12-8	BRA9	BA-H12-8-RES1	_	X	_	BA-V-038	BRA49	BA-V-038-RES4	_	X	_
	BRA10	BA-H12-8-RES3	_	X	_	G-MS-188	EMM017	G-MS-188-RES4	_	X	_
BA-H2-140.2	BRA11	BA-H2-140-RES4	_	X	_	G-MS-316	EMM004	G-MS-316-RES4	_	X	_
BA-H2-148.2	BRA12	BA-H2-148.2-RES4	_	X	_	G-ZB-2881	EMM018	G-ZB-2881-RES4	_	X	_
BA-H2-137	BRA13	BA-H2-160-RES4	_	X	_	G-ZC-1030	EMM006	G-ZC-1030-RES4	_	X	_
BA-H2-167	BRA14	BA-H2-167-RES4	_	X	_	G-ZC-1195	EMM007	G-ZC-1195-RES4	_	X	_
	BRA15	BA-H2-167-RES5	_	X	_	G-ZC-209A1	EMM003	G-ZC-209A1-RES4	_	X	_
BA-H2-175.22	BRA16	BA-H2-175.22-RES4	_	X	_	G-ZC-876	EMM005	G-ZC-876-RES4	_	X	_
BA-H2-175.9	BRA17	BA-H2-175.9-RES4	_	X	_	TL-H7-115	EMM010	TL-H7-115-RES4	_	X	_
BA-H2-224	BRA18	BA-H2-224-RES4	_	X	_						
BA-H2-316	BRA19	BA-H2-316-RES4	_	X	_						
Total nº analíticas por técnica									15	99	17

Tabla 5.6. Relación de las técnicas aplicadas en el total de muestras analizadas.

5.3.1. Clasificación de las muestras

Los resultados analíticos (Tabla 5.199) se han clasificado en diferentes categorías (Tabla 5.7), cuyo axioma vertebrador es la presencia/ausencia de residuos orgánicos en las muestras analizadas. Se han definido dos clases generales, 1 y 2, que recogen el total de las muestras analizadas en función de si documentan la presencia (Clase 1) o no (Clase 2) de residuos orgánicos, al margen de que estos residuos sean resultado de una aportación reciente o procedan de las sustancias contenidas durante su uso en el periodo argárico (Fig. 5.6).

En concreto, la Clase 2 recoge aquellas muestras que no presentan residuo orgánico alguno o cuya presencia es insignificante como para considerarla representativa del contenido, situación que puede tener su origen en el pasado, si el uso del recipiente no contempló la manipulación de sustancias orgánicas, o en el presente, si las condiciones de conservación de la pieza no fueron óptimas. En cualquier caso, son piezas que no evidencian ningún tipo de materia orgánica, por lo que la lectura funcional del recipiente deberá contemplar además el análisis de otras evidencias.

Por su parte, en el contexto de la Clase 1 se han definido tres grupos que recogen diferentes subgrupos. El criterio para definir cada grupo responde, en primer lugar, al origen del residuo orgánico detectado. De este modo, el grupo 1.1 recoge aquellas muestras que presentan evidencias orgánicas del pasado arqueológico de la pieza; el grupo 1.2 presenta las muestras con residuo de origen actual y el grupo 1.3 aquellas muestras con residuo orgánico de origen indeterminado.

A continuación, se han definido subgrupos documentados en estas tres categorías según el tipo de residuos orgánicos documentados a partir del análisis por GC-MS³⁰⁴.

Además, un segundo elemento para definir y caracterizar los diferentes subgrupos ha sido la "calidad analítica" de los resultados. Una muestra cuyas evidencias empíricas son claras es aquella que presenta algún biomarcador o elemento que define con seguridad su origen o conserva una cantidad suficientemente representativa de residuo orgánico. Los subgrupos definidos son los siguientes:

³⁰⁴ Como ya se ha destacado en el apartado metodológico, el primer estadio para identificar el tipo de residuos orgánicos es el análisis por GC-MS. A partir de la materia orgánica identificada por este análisis, se definirán los diferentes subgrupos de residuos orgánicos.

Subgrupo 1.1.A: muestras que conservan residuos orgánicos de origen animal.

Subgrupo 1.1.V: muestras que conservan residuos orgánicos de origen vegetal.

Subgrupo 1.1.AV: muestras con presencia de residuos orgánicos, sin que pueda precisarse su origen animal o vegetal.

Subgrupo 1.1.M.: muestras que presentan, conjuntamente, residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

Subgrupo	Tipos	Contenido identificado
1.1.A	A	Presencia de grasa de origen animal
	B	Presencia de cera de abeja
1.1.V	Ps	Presencia de restos de plantas superiores
	Rp	Presencia de restos de resina de pino

Tabla 5.7.Principales subcategorías de los subgrupos definidos.

A su vez, los subgrupos pueden contener residuos orgánicos de diferente aportación: animal o vegetal. Se han definido diferentes tipos en cada subgrupo para especificar el contenido identificado. En la siguiente tabla se recogen las diferentes posibilidades a partir del tipo de residuos orgánicos documentado en las muestras.

En este sentido, una muestra con presencia atestiguada de grasa de origen animal y de cera de abeja se definirá como el subgrupo 1.1.A (ab).

Aquellas muestras con residuos animales y vegetales, incluidas por ello en el subgrupo 1.1.M, definen los tipos de residuos a partir de una combinatoria de los principales tipos definidos en la Tabla 5.7. En este sentido, una muestra definida como 1.1M (aps) se refiere a una pieza con presencia de grasa de origen animal y residuo vegetal asociado a plantas superiores.

El segundo grupo para clasificar las muestras con residuos orgánicos es el grupo 1.2, el cual recoge a aquellas piezas que presentan residuos orgánicos de origen actual y, por tanto, contaminantes. La identificación de sustancias de origen actual pueden invalidar la identificación de la/s sustancia/s que contenía el recipiente en el momento de su abandono. En esta categoría se han definido tres subgrupos: el subgrupo 1.2.D, el subgrupo 1.2.E y el subgrupo 1.2.DE.

El subgrupo 1.2.D agrupa las muestras con una contaminación de origen antrópico. El escualeno es el principal compuesto que puede definir una contaminación actual, compuesto orgánico presente en nuestras manos y cuya estructura molecular dificulta que se conserve en contextos arqueológicos (ver capítulo 4). Aun así, esta sustancia está también presente en aceites vegetales, por lo que su identificación en las muestras se debe evaluar a fin de determinar su fuente de origen³⁰⁵ (Evershed 1993; Steele 2013).

Por su parte, el subgrupo 1.2.E reúne las muestras con contaminantes de tipo sintético, generalmente procedentes de la manipulación y análisis, como puede ser el plástico contenido en las bolsas o las siliconas que, si bien no adulteran la presencia de ácidos grasos en la pieza, sí que pueden enmascarar su presencia.

Para aquellas muestras que presenten tanto una contaminación antrópica como sintética se ha definido el subgrupo (DE).

Los subgrupos 1.2.D y 1.2.E incluyen sólo aquellas muestras en las que la presencia de elementos actuales adulteró la lectura de los residuos del pasado. En este sentido, el análisis permitió discernir si la presencia de escualeno era actual (ver capítulo 6). En caso contrario, el residuo orgánico se asociaría al pasado y la muestra se clasificaría a partir de la primera categoría del grupo 1, situación que se repetiría para las muestras con signo de contaminación sintética, pero cuya presencia no impedía identificar los residuos orgánicos del pasado argárico.

El último grupo dentro de la Clase 1 es el 1.3, que recoge aquellas muestras que presentan restos orgánicos, en concreto ácidos grasos libres minoritarios, sin posibilidad de determinar si su origen es actual o no. Este grupo queda en una categoría interpretativa inferior, al no poder concretar el tipo de sustancia y su origen.

³⁰⁵ La determinación del origen del escualeno, actual o no, concluyó en la realización de un análisis para evaluar y determinar el origen de este compuesto (ver capítulo 6).

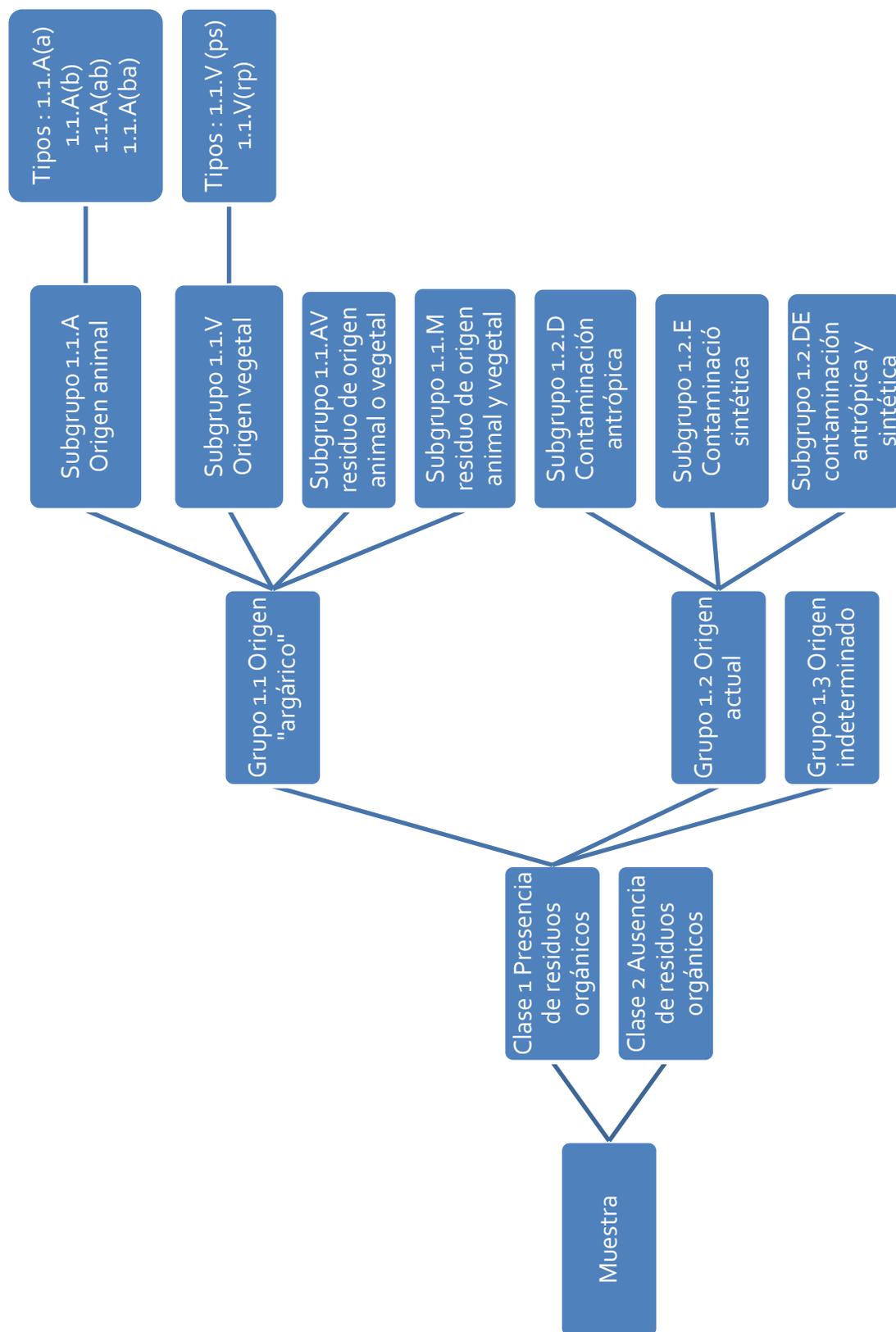


Fig. 5.6. Síntesis esquemática de la clasificación de los resultados.

Como categorías suplementarias para complementar la clasificación de las muestras se ha recurrido a las categorías establecidas para definir los diferentes tipos de muestras (ver Anexo II). En este sentido, podemos distinguir entre si la muestra procede del contenedor cerámico y se asocia a su uso (RES₃ o RES₄), si proceden de la matriz cerámica o si es una muestra de residuo visible en la pared cerámica (RES₅). Por el contrario, si la muestra procede del sedimento contenido en la pieza cerámica o tomado a 40 cm de la misma como muestra control, se engloban en las categorías RES₁ (sedimento en contacto con la pared cerámica) o RES₂ (sedimento de contraste) (ver Anexo II), en cuyo caso se trata de una muestra destinada a evaluar la migración de los lípidos presentes en el sedimento de contacto con la pared cerámica.

5.3.2. Resultados analíticos

La clasificación de los resultados a partir de estas categorías se ha desarrollado como medio para exponerlos de manera clara y sintética. En el siguiente diagrama se sintetizan los resultados analíticos obtenidos en función del tipo de residuos orgánicos identificados. La evaluación de cada conjunto de residuos se realizará a continuación de modo separado.

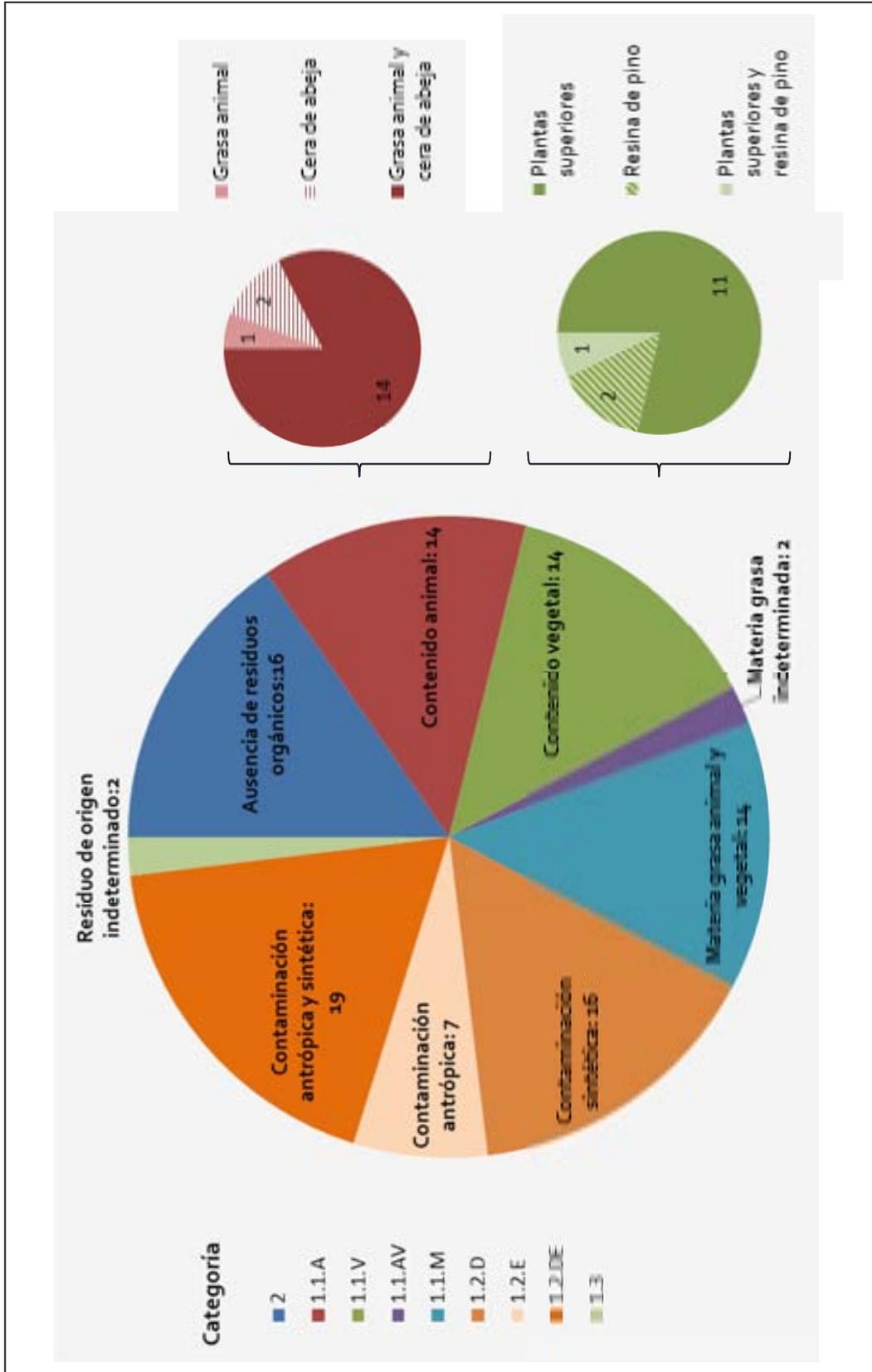


Fig. 5.7. Clasificación de las muestras cerámicas en función del tipo de residuos orgánicos identificado

Es el momento ahora de evaluar la representación de las piezas argáricas en dichas categorías. En primer lugar, se expondrán e interpretarán los resultados obtenidos en el análisis isotópico. En segundo lugar, se conjugarán los resultados del análisis químico e isotópico con el fin de proponer una lectura de los resultados e insertarlos en los principales subgrupos definidos y que conforman la caracterización más precisa del contenido de los recipientes argáricos.

5.3.2.1. Los "contenidos argáricos": caracterización y clasificación de las principales sustancias recuperadas

La clasificación de los resultados analíticos en diferentes categorías ofrece la posibilidad de reunir y relacionar las piezas argáricas que documentan el mismo tipo de contenido orgánico. Entre los grupos y subgrupos definidos (Tabla 5.7) se analizan a continuación los subgrupos que reúnen los principales tipos de residuos orgánicos conservados en los recipientes argáricos. Además, se incluyen las piezas con signos de contaminación y sin evidencias orgánicas en su interior que de igual manera ofrecen una interpretación al respecto. Los 5 subgrupos analizados son:

- a) Piezas argáricas contaminadas: contenido orgánico actual
- b) Cera de abeja
- c) Grasa de origen animal
- d) Aceites y contenido de origen vegetal
- e) Piezas argáricas sin evidencias orgánicas en su interior

a) Piezas argáricas contaminadas: contenido orgánico actual

En repetidas ocasiones durante la presente investigación se ha planteado la problemática sobre la posible contaminación de algunas muestras y su fiabilidad respecto a los resultados obtenidos. Como se refería en el capítulo 4, los contaminantes pueden ser de dos tipos: elementos antrópicos introducidos por la manipulación indebida de la muestra por nuestra parte, lo que se traduce a nivel analítico en el hallazgo de escualeno en asociación con el colesterol, y elementos sintéticos, representados por los plásticos y derivados que se encuentran formando parte del instrumental, bolsas y demás componentes que se utilizan durante la extracción y análisis de las muestras.

En ambos casos, su presencia en la muestra puede afectar a la interpretación de los resultados, razón por la que en esta exposición de los resultados se analizó en

primer lugar el conjunto de muestras con signos de contaminación que invalidan su interpretación arqueológica.

En cuanto a los contaminantes, son los de origen antrópicos los que representen una amenaza mayor bajo la forma de escualeno. Este compuesto, por el tipo de estructura poliinsaturada que presenta, se degrada con facilidad y no se suele conservar en contextos arqueológicos (Archer et al. 2005). Se documenta en cantidades significativas en la piel humana, por lo que su presencia en muestras arqueológicas puede ser resultado de la manipulación de la pieza, sobre todo si se documenta junto al colesterol, que también se detecta en la piel (Evershed 1993, 89–90).

Sin embargo, aunque en la mayoría de trabajos (Evershed et al. 1992; Evershed 1993; Stacey 1999) se define al escualeno como un contaminante actual, su presencia no es exclusiva de la piel humana y se documenta también en aceites vegetales como el de oliva (Steele 2013, 93–94), por lo que su identificación debe evaluarse para descartar o confirmar la contaminación de la muestra. A fin de precisar en qué casos podemos asegurar la procedencia actual del escualeno y, por tanto, confirmar la contaminación de la muestra, se propuso un programa analítico sobre aquellas piezas que atestiguaban su presencia. El resultado fue que de las 46 piezas con escualeno en 32 se confirmó su origen actual. A continuación se expone el trabajo de investigación realizado en este sentido.

- ***Escualeno: evaluación de su presencia en las muestras analizadas***

Los criterios analíticos propuestos fueron los siguientes:

1. Presencia de escualeno en el blanco de proceso. Junto a cada serie de muestras analizadas se introdujo un blanco de proceso para poder identificar posibles compuestos contaminantes. La identificación del escualeno en el blanco y en las muestras asociadas a éste se interpretó como un claro signo de contaminación producida durante el proceso analítico, siempre y cuando la cuantificación del escualeno en el blanco superase el límite de detección³⁰⁶ y alcanzase como mínimo un tercio en relación al escualeno presente en la muestra analizada.
2. Protocolo de muestreo. Es difícil de evaluar, pero sin duda determinante para evitar una posible contaminación de la muestra. El protocolo de muestreo (ver

³⁰⁶ El límite de detección es la cantidad mínima de un analito, cuya señal puede ser considerada distinta a la del ruido propio del análisis (McNaught y Wilkinson 1997, 399).

Anexo II) pasa por la manipulación de la muestra con guantes de nitrilo, para evitar el contacto directo con las manos, así como por la conservación de la muestra en papel de aluminio y cajas de poliestirén que minimicen la degradación de los ácidos grasos por la actividad microbiana actual y/o la contaminación por la migración del plástico contenido en la bolsa o instrumental con el que se manipuló la pieza (Evershed 1993).

Ambos criterios serán los principales elementos para definir el origen del escualeno en las muestras, dado que si se controlan desde un principio aseguran la ausencia de contaminación. Además, se han analizado otros elementos en dichas muestras que, sin ser determinantes, servirán para dar peso y credibilidad a estos dos criterios. Se trata de:

3. Abundancia relativa del escualeno. Se tomó como referencia el patrón interno utilizado en las muestras para cuantificar los compuestos identificados el alcano Tetratriacontano ($C_{34}H_{70}$). Su comparación con la cantidad de escualeno detectada en las muestras registró si su presencia era destacable o no. Se estableció como criterio semi-cuantitativo que la presencia de escualeno sería significativa si su cantidad superaba al patrón interno en un 200%, un valor arbitrario escogido por considerar que era suficientemente significativo como para descartar el origen actual de este compuesto.
4. Relación del escualeno respecto a otros ácidos grasos. Se seleccionaron los ácidos grasos $C_{16:0}$ y $C_{18:0}$ por ser los dos principales compuestos lipídicos identificados en las grasas animales y aceites vegetales. De asociarse al escualeno, ambos podrían proceder de una contaminación actual, lo que afectaría a su proporción en la muestra. Como valor significativo para descartar la relación entre el escualeno y estos lípidos, se estableció que aquél no superara en un tercio a estos últimos.
5. Relación escualeno/colesterol. El trabajo de Evershed observó que la proporción de escualeno suele ser mayor a la de colesterol si ambos compuestos proceden de una contaminación actual (Evershed 1993, 89–90). Sin embargo, el colesterol es uno de los principales esteroides documentados en las grasas animales y que se utiliza como indicador de su presencia, por lo que su identificación junto al escualeno no siempre implica su origen actual.

Todos estos criterios se han tenido en cuenta a la hora de valorar la presencia del escualeno en las muestras argáricas. En la Tabla 5.8 se muestra la evaluación de estos criterios: los factores que apoyan el origen actual del compuesto se presentan en color violeta; a la inversa, aquellos elementos que alejan al escualeno de su origen actual aparecen en verde.

Código	Nº inventario muestra	Relación Escualeno/ Patrón interno	Escualeno/C 16=>0,33	Escualeno/C 18=>0,33	Relación Colesterol/Escualeno(<1)	Protocolo muestreo analítico 100%	Escualeno Blanco=>0,33
11	BA78-10-RES3.1	0,84	0,06	0,06	0,19		0,01
50	AY-AY3-19-RES3	6,02	0,15	0,80	1,55		-
55	AY-H10-300-RES3	3,43	0,08	0,21	0,83		-
52	AY-H11-87-RES4	1,22	0,00	0,03	-		-
44	AY-AY18-11-RES5	1,07	0,03	0,15	13,75		-
49	AY-H9-64-RES3	0,97	0,01	0,07	1,14		-
53	AY-AY17-12-RES3	0,09	0,00	0,01	273,79		-
BRA17	BA-H2-175.9-RES4	1,66	0,05	0,15	-		-
BRA22	BA-H3-108.7-RES4	191,75	1,59	6,24	-		-
29	BA58-1-RES3	1,32	1,13	1,94	0,75		-
28	28-BAR-H76-1-RES3	0,78	0,66	0,71	0,52		-
BRA36	BA-H5-51-RES4	3,45	0,44	-	-		-
57	AY-H11-58-RES3.1	12,18	3,64	18,77	0,69		-
60	BA-BA60-31-RES3.2	10,46	1,06	2,30	0,04		-
68	AY-H11-92-RES3.2	0,59	2,94	-	6,54		-
69	AY-H11-58-RES3.2	5,69	0,38	0,88	0,95		-
48	AY-H9-98-RES4	4,38	0,88	12,50	0,47		-
61	AY-H11-1-RES4	4,05	1,53	1,66	1,14		-
72	AY-H10-301-RES3.2	3,85	2,51	2,12	1,60		-
54	AY-H10-301-RES3.1	3,12	0,53	1,93	1,31		-
6	BA-H59-42-RES3.3	0,11	4,51	17,37	5072,92		0,07
59	AY-H10-298-RES3.1	0,77	0,45	12,47	1,92		-
4	BA-BA78-33-RES3.1	0,02	0,75	0,52	8,20		0,43
40	BA-H9-50.5	0,58	4,09	-	-		-

Tabla 5.8. Evaluación de la presencia de escualeno en las muestras analizadas.

Para empezar, el 50% de las muestras no se pudo evaluar más allá de determinar la presencia o ausencia del escualeno, ya que la falta de un patrón interno que permitiría cuantificar los compuestos analizados impidió valorar la cantidad relativa del escualeno y su relación respecto al resto de compuestos (Tabla 5.9). Todas estas muestras proceden de la primera fase analítica, realizada en la Universidad de Bradford, de la que sólo disponemos de tres piezas que presentan escualeno y

utilizaron un patrón interno: BA-H2-175.9, BA-H3-108.7 y BA-H5-51 (muestras BRA17, BRA22 y BRA36).

Aunque no podemos hacer una interpretación significativa de la presencia del escualeno y su relación con el resto de compuestos (Tabla 5.9), si los comparamos con el total de ácidos grasos presentes en dichas piezas podemos realizar una aproximación cualitativa. De este modo, se observa un grupo de muestras que sólo presentan escualeno sin que se observen otros compuestos orgánicos, signo claro de su origen reciente. Se trata de las muestras BRA48, BRA47, BRA49 y BRA3 (Tabla 5.9).

Código	Nº inventario muestra
BRA1	BA-BA14-6-RES3
BRA2	BA-BA18-40-RES3
BRA3	BA-BA33-6-RES1
BRA11	BA-H2-140-RES4
BRA12	BA-H2-148.2-RES4
BRA13	BA-H2-160-RES4
BRA19	BA-H2-316-RES4
BRA21	BA-H2-84-RES4
BRA22	BA-H3-108.7-RES4
BRA23	BA-H3-121-RES4
BRA25	BA-H3-124-RES4
BRA27	BA-H3-211-RES1
BRA28	BA-H3-211-RES4
BRA32	BA-H3-59-RES4
BRA34	BA-H35-477-RES3
BRA35	BA-H3-9-RES3
BRA36	BA-H5-51-RES4
BRA37	BA-H7-62.2-RES4
BRA40	BA-H7-73.5-RES4
BRA41	BA-H7-80.2-RES4
BRA42	BA-H7-92.2-RES4
BRA47	BA-H9-99-RES4
BRA48	BA-III-014-RES4
BRA49	BA-V-038-RES4

Tabla 5.9. Muestras con presencia de escualeno analizadas en la Universidad de Bradford.

El resto de muestras analizadas en la Universidad de Bradford no permiten evaluar la presencia y significancia de este compuesto respecto al resto, ya que no existe ningún elemento destacable que tan sólo con su presencia o ausencia precisen el origen del escualeno.

El segundo gran grupo de muestras que registran escualeno procede de la mayoría de las piezas analizadas en el Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals de la UAB. Suman 21 muestras y, como se aprecia en la Tabla 5.8, son aquellas que muestran un código numérico sin sigla; a diferencia de las anteriores (Tabla 5.9) su análisis sí contempló el uso de un patrón interno con el que cuantificar y evaluar los compuestos orgánicos.

En la mayoría, la cantidad de escualeno no superó ni igualó la cantidad de patrón interno inyectado. Tan sólo la muestra BRA22 presentaba una cantidad muy superior respecto a dicho patrón. En el resto de muestras la presencia del escualeno fue muy inferior al patrón interno inyectado. En la Tabla 5.10 se muestra la proporción de escualeno que documentan estas muestras³⁰⁷ en relación al patrón interno. Como se observa, la mayoría de ellas tan sólo presentan entre un 12% y un 3% de escualeno. No ocurre así con la muestra BRA22 que documenta un 191% de escualeno en relación al patrón interno. Aquí, el escualeno es el compuesto de mayor presencia, lo que invalida cualquier argumentación en relación a su origen argárico aunque no presente colesterol.

Código	Nº inventario muestra	% Escualeno/Patrón interno
BRA22	BA-H3-108.7-RES ₄	191,7
BRA36	BA-H5-51-RES ₄	3,5
57	AY-H11-58-RES _{3.1}	12,1
60	BA-BA60-31-RES _{3.2}	10,5
69	AY-H11-58-RES _{3.2}	5,7

Tabla 5.10. Presencia de escualeno en relación al patrón interno inyectado (Tetratriacontano).

³⁰⁷ Se ha de destacar que dos de estas muestras AY-H11-58-RES_{3.1} y AY-H11-58-RES_{3.2} (muestras 57 y 69) proceden de la misma pieza, se han evaluado por separado para poder determinar si la proporción de escualeno en ambas presentaba diferencias significativas como para poder atestiguar un origen distinto del escualeno.

Si evaluamos los blancos de proceso analizados y la presencia de escualeno, tan sólo el blanco asociado a las muestras 4, 6 y 11 presenta este compuesto. Al comparar el escualeno del blanco con dichas muestras, la única pieza con una relación significativa³⁰⁸ fue la número 4, pieza que, además, presenta otros elementos que asocian este compuesto con su origen actual (Tabla 5.8).

El segundo criterio a la hora de establecer el origen del escualeno fue el tipo de muestreo realizado. En las muestras que se rigieron por el protocolo de muestreo perfilado en la presente investigación (ver Anexo II y capítulo 4) se evitó la manipulación de las muestras directamente con las manos y se controlaron las condiciones de conservación, evitando el contacto directo con bolsas de plástico, para no contaminar la muestra con compuestos actuales. En 10 muestras no se siguió dicho protocolo, ya que fueron manipuladas sin usar guantes de nitrilo y en algunos casos se lavaron para su posterior remontaje y restauración. Las posibilidades de contaminación cobran demasiado peso en estas piezas como para realizar una interpretación arqueológica de su contenido. Se trata de las muestras: BRA17, BRA22, BRA36, 4, 29, 40, 57, 60, 68, 69. Exceptuando las muestras BRA17 y 40, el resto de muestras presentan además otros elementos que secundan el origen actual del escualeno. La muestra BRA22 ya se ha destacado por presentar una presencia de escualeno muy superior al resto de compuestos, inclusive el patrón interno. Además, el resto de piezas presentan una relación negativa entre el escualeno y los ácidos grasos C16:0 y C18:0, siendo la presencia del escualeno superior a ambos (Tabla 5.8), lo que fortalece la hipótesis sobre el origen actual del escualeno. A su vez, la muestra 68 destaca por proceder de una pieza de la que se analizó una segunda muestra que no presentaba escualeno: la muestra 66, lo que apoya el origen actual del escualeno detectado en la primera.

Sin embargo, aunque no hay duda del origen actual de escualeno en estas 10 muestras, en algunas de ellas se pudo definir la presencia de residuo orgánico de su pasado argárico. En concreto, la presencia de residuo vegetal o de los biomarcadores característicos a sustancias como la cera de abeja no se ven alterados por la presencia del escualeno que, por otro lado, sí cuestiona el origen de las grasas animales. En este

³⁰⁸ Se estableció como significativa la presencia de escualeno en la muestra cuando la cuantificación del escualeno en el blanco de proceso alcanzaba como mínimo un tercio en relación al escualeno presente en la muestra asociada a dicho blanco (Tabla 5.8, última columna), en tal caso el origen del escualeno se confirmaría como introducido durante el proceso analítico.

sentido, las muestras 29, 57, 60, 69 y 40 presentan residuo vegetal y para la muestra BRA17 se documentó cera de abeja, lo que ha permitido incluirlas en el grueso de piezas que presentan residuo argárico. El resto de muestras que no se atuvieron al protocolo analítico definido (BRA22 y 4) no presentaban elementos como para poder asegurar el origen argárico de su contenido.

Al margen de estas 10 muestras existe un total de 14 piezas³⁰⁹ que, aunque siguieron el protocolo analítico, presentan de igual modo escualeno. La única explicación para definir el origen contemporáneo del escualeno habría sido una contaminación durante el periodo de análisis en el laboratorio, si bien el blanco de proceso que se preparó junto a ellas, salvo en las muestras 6 y 11, no presentaba este compuesto, por lo que en estos casos no podemos hablar de una contaminación actual.

En el caso de las muestras 6 y 11, cuyo blanco de proceso también contiene escualeno, la relación entre el detectado en las muestras y el localizado en el blanco no resultó significativa como para considerar que procediera de una contaminación analítica.

Como ya se ha destacado, los dos principales criterios utilizados para discernir el origen del escualeno fueron el protocolo analítico y la presencia de dicho compuesto en el blanco de proceso asociado. Ambos elementos dan la suficiente seguridad como para discernir el origen actual o no del escualeno, ya que si se controlan las condiciones de muestreo y análisis se evita cualquier tipo de contaminación externa. Además, junto a estos elementos se han analizado otros criterios (ver *supra*) que secundaran las interpretaciones ya realizadas. En este sentido y como se muestra en la Tabla 5.8, se evaluó la presencia del escualeno en relación a compuestos como el C16:0, C18:0 y/o el colesterol; la presencia conjunta de estos compuestos junto al escualeno puede proceder de una contaminación actual según la relación y proporción que guarden con el escualeno.

En relación al colesterol, el estudio de Evershed (Evershed 1993) sostiene que su presencia conjunta y en mayor proporción frente al escualeno es un indicador claro de su origen actual. Sin embargo, de las 19 muestras en las que se conservan ambos compuestos tan sólo en dos aparece como mayoritario.

A grandes rasgos, comprobamos que las muestras con mayor cantidad de escualeno son también las más susceptibles de presentar una contaminación actual

³⁰⁹ Muestras en color verde en la Tabla 5.15.

(Tabla 5.10). Se trata de las muestras BRA22, BRA36, 57, 60 y 69 que, además, presentan una relación negativa con el C16:0 y C18:0, siendo la presencia del escualeno superior a ambos. Además, la relación entre el colesterol y el escualeno se decanta a favor de este último, elementos que unidos a la ausencia de un protocolo analítico definen el origen actual del escualeno (Tabla 5.8).

A la inversa, las muestras con presencia de escualeno pero sin signos aparentes de contaminación son también las que presentan menor cantidad de dicho compuesto frente a una abundante presencia de lípidos. Se trata de las muestras 44, 49, 52, 53 y 55 (Tabla 5.8) con un nivel de escualeno muy inferior al C16:0, C18:0 y colesterol detectados. Además, en tres de estas muestras (44, 52 y 53) se documentaron también triacilglicéridos. En el caso de las muestras 44 y 53, el nivel de triacilglicéridos junto al del resto de compuestos orgánicos es mayoritario frente al escualeno, lo que confirmaría el origen argárico de los residuos orgánicos.

Destaca el caso de la muestra 11, que procede de una urna funeraria (BA-BA78-10) y contenía en el momento de su excavación un individuo adulto. La muestra se tomó como parte de un programa metodológico para determinar el grado de conservación de los residuos orgánicos en contextos argáricos y sobre el que volveremos más adelante (ver capítulo 6). El objetivo del estudio fue determinar el grado de conservación de los residuos orgánicos en contextos cerámicos a partir del análisis de una pieza que se sabía contenedora de un cadáver y que había experimentado todo el proceso de descomposición del mismo. En este sentido, la muestra 11 procede de la zona con mayores posibilidades de conservar residuo orgánico, donde reposaba la zona abdominal del cuerpo. Además, se analizaron dos muestras más de la misma pieza: una asociada a la zona del cráneo, en la que el nivel de ácidos grasos se reducía considerablemente, y una muestra control tomada de la zona que no había tenido contacto con el individuo durante su enterramiento y descomposición y que no presentó residuos orgánicos confirmando, por tanto, su nulo contacto con el individuo.

La muestra que nos ocupa, muestra 11, si bien presenta escualeno, lo hace en una proporción muy inferior al resto de compuestos orgánicos. Así, frente a un 0,2% de escualeno presenta un 62% de ácidos grasos, por lo que se reducen las posibilidades de que este compuesto proceda de una contaminación actual, máxime cuando el protocolo de muestreo se puso en marcha desde el inicio de la excavación del recipiente.

El resto de piezas que presentan escualeno se traduce en 8 muestras: 6, 28, 48, 50, 54, 59, 61 y 72e. En todas se ha respetado el protocolo de muestreo, pero se ha decidido evaluar la presencia de escualeno y su relación con otros compuestos como el C16:0 y C18:0 para dar solidez a la interpretación propuesta. En todas ellas, la relación entre el escualeno y estos compuestos desmiente su relación con una posible contaminación actual (Tabla 5.8). Entre estas piezas, destacan 48, 50, 54, 59, 61 y 72 que proceden de la última etapa analítica, en la cual se respetó el protocolo de muestreo optimizado y se muestrearon y analizaron las piezas en un periodo inferior a dos meses desde su excavación, situación que, sin duda, minimizó la posible contaminación y degradación de los ácidos grasos.

Destaca la muestra 59 asociada a una pieza que se analizó en dos ocasiones. Su homónima, la muestra 70, no presentaba escualeno, por lo que la presencia de este compuesto en la muestra 59 reduce las posibilidades de interpretación y deja claro que su origen actual se originó durante el proceso analítico. Un caso similar es el de las muestras 54 y 72, ambas de la misma pieza, si bien en ambos casos se documentó la presencia de escualeno confirmando un origen actual para este compuesto.

A modo de síntesis, la evaluación del origen del escualeno en las muestras analizadas ha permitido confirmar la presencia actual del escualeno en 32. Las 14 muestras restantes no presentan indicios que indiquen que el escualeno tiene un origen actual. Por el momento no es posible precisar la fuente de origen arqueológico de este compuesto, quizás se relacione con la sustancia orgánica que aparece en estas 14 muestras. En cualquier caso, es lícito proponer una interpretación arqueológica de las sustancias contenidas en estos recipientes. Estos 14 casos aparecen en verde en la primera columna de la Tabla 5.8 frente a las subrayadas en color violeta que presentan un origen incierto y/o actual del compuesto evaluado y que suman un total de 32.

Sin embargo de estas 32 muestras, existen algunos casos en los que se ha podido documentar parte del residuo conservado del pasado. Este es el caso de las muestras BRA17, 29, 57, 60, 68 y 69 que, conservan residuo vegetal y/o de cera de abeja que no se altera por la presencia de escualeno (ver *supra*). Para el resto de piezas con escualeno, un total de 26 muestras, no se pudo proponer otra lectura que la de la contaminación actual, representando un 25% de las muestras analizadas en esta investigación y sobre los que no se ha podido ofrecer ninguna interpretación sobre su contenido.

- **Contaminación por plásticos y siliconas. Lectura y evaluación de los resultados**

El registro de 26 muestras con signos inequívocos de contaminación antrópica y ninguna evidencia de residuo argárico documentó además, para 19 de ellas, contaminantes de origen sintético, en concreto plásticos y en algunos casos siliconas. Estos contaminantes se atestiguan también de modo aislado en 16 muestras que no documentan contaminantes antrópicos.

Este tipo de contaminación se define principalmente por la identificación de ftalatos o ésteres de ácido ftálico, grupo de compuestos químicos que se añaden a los materiales de plástico para otorgarles flexibilidad (Stacey 1999, 36–37) y cuya identificación es bastante común en los análisis cromatográficos, reconociéndose a partir de su tiempo de retención y el espectro que presentan, en el que domina el ion 149 m/z (Evershed 1993).

De los 85 recipientes analizados, este tipo de compuestos se encuentra en 35, lo que representa un 41% de los artefactos analizados. Esta situación se explica por el protagonismo que tienen los ftalatos en los utensilios para manipular y guardar las cerámicas (bolsas, cajas de plástico, etc.), así como en el instrumental de laboratorio (viales, tapones, guantes de látex, etc.). Ello explica cómo es posible que, aunque haya muestras sin residuo orgánico alguno, documenten una presencia destacada de ftalatos. Es el caso, por ejemplo, de los recipientes analizados de Gatas (Fig. 5.8), conservados en bolsas de plástico desde la campaña de excavación de 2001.

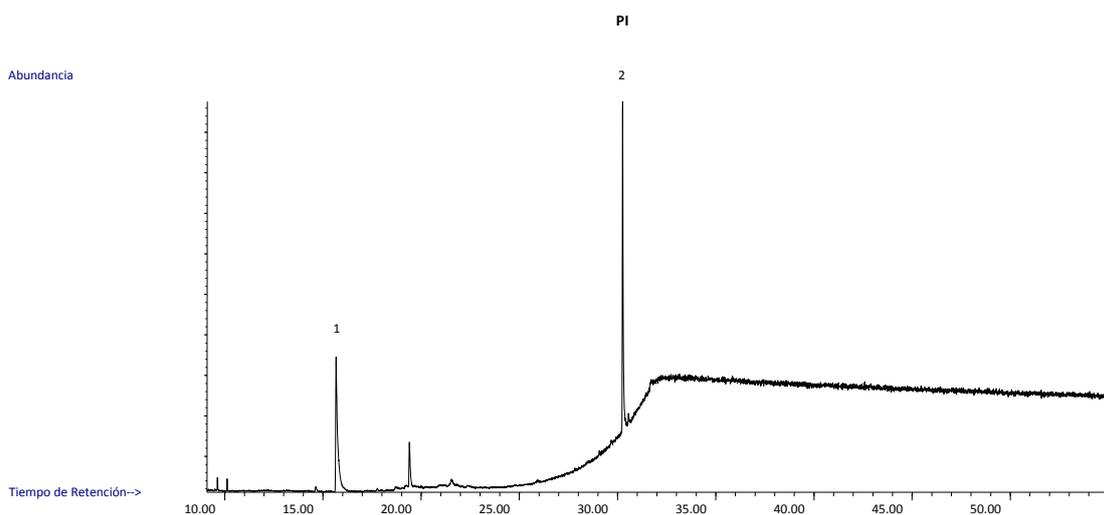


Fig. 5.8. Cromatograma obtenido para una de las piezas analizadas de Gatas (G-MS-316-RES4). Picos identificados: 1. Plástico (ftalato); 2. Patrón interno (Tetratriacontano).

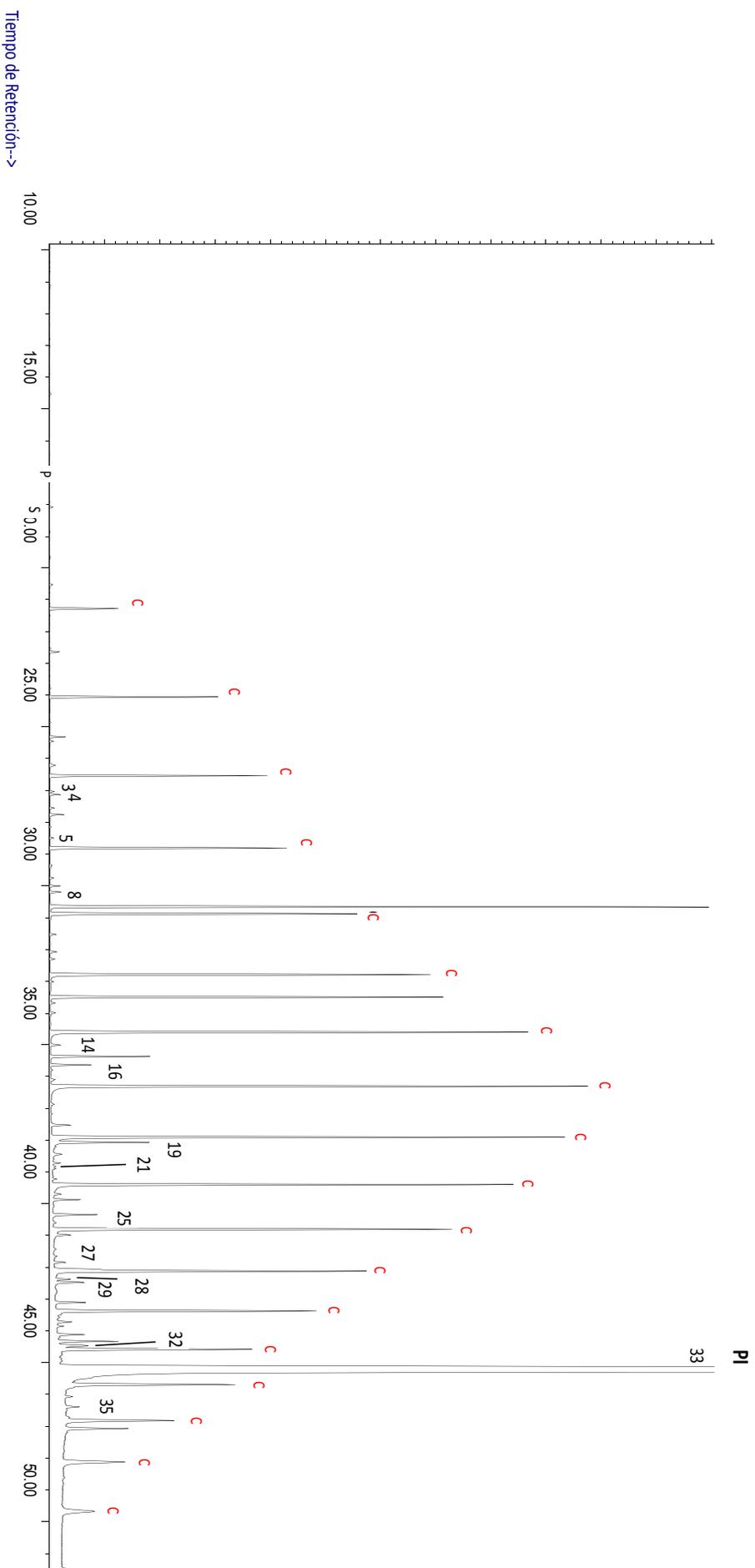


Fig. 5.9. Cromatograma obtenido para la muestra 4 (BA-BA78-33-RES3.1) en el que se observa con claridad la distribución de picos característica de los contaminantes de origen petrogénico. Picos identificados: 3-Ftalato (m/z 149); 4-C16-OH; 5-C16:0; 7-C18:0; 8-C18-OH; 14-C26 alcano; 16-C22-OH; 19-C24-OH; 21-Escualeno (m/z 69); 25-C26-OH; 27-C31 alcano; 28-Colesterol (m/z 458); 29-C28-OH; 32-C30-OH; 33- Patrón interno (AL34: *n*-tetratriacontano); 35-C32-OH; C- Contaminación analítica.

La contaminación analítica queda clara en el total de las muestras de La Almoloya que, aunque desarrollaron el protocolo de muestreo optimizado, documentan ftalatos. Seguramente la contaminación tuvo lugar en el laboratorio.

Sin embargo, la presencia de estos elementos no tiene por qué ser un problema para nuestros objetivos. De las 35 muestras con ftalatos sólo se ha considerado como significativa su presencia en aquellos casos que impedían realizar una lectura del contenido argárico, en cuyo caso las piezas se incluyeron en el subgrupo 1.2.E o el subgrupo 1.2.DE, ambos definidos para las piezas con signos de contaminación por plásticos.

Otro tipo de contaminación sintética es la de origen petrogénico, atestiguada por una distribución de alcanos en los que abundan los que poseen un número par de carbonos frente a los impares (Steele 2008, 239). En las piezas argáricas, esta contaminación se confirma de modo significativo en tres muestras (4, 59 y 61) (Fig. 5.9), lo que dificulta la interpretación de su contenido.

Una posible explicación para este tipo de contaminantes es el uso de siliconas. Destaca el caso de las muestras 4 y 61, con una contaminación muy clara de este tipo de compuestos y que llevó a evaluar el protocolo de muestreo realizado sobre ambas piezas. En ambos casos se produjo una situación de riesgo similar, ya que previo al muestreo de ambos recipientes y para calcular su capacidad se utilizaron "bolas de silicona" con las que se rellenó su interior.

Desafortunadamente, el empleo de este tipo de material provocó que las paredes de las piezas quedaran impregnadas con trazas de la silicona, como se reflejó en el resultado analítico (Fig. 5.9) que ensombreció el contenido real del recipiente.

Por último, durante el análisis de las muestras por GC/MS se pueden producir otros episodios de contaminación analítica. El aumento de la temperatura al final de análisis puede generar "ruido químico" que dificulta la identificación de los compuestos (Steele 2008, Fig. 251), como se atestigua en algunas muestras (Fig. 5.10).

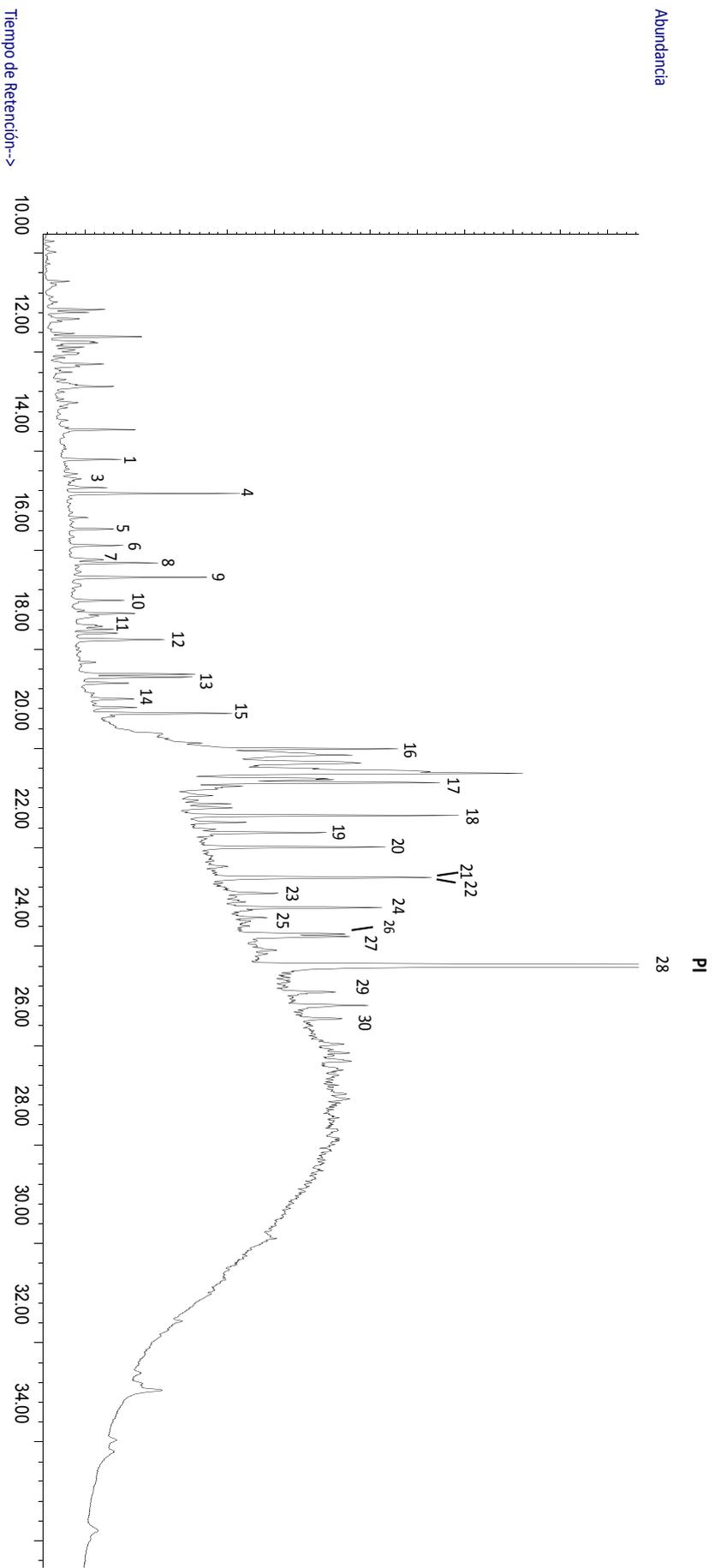


Fig. 5.10. Cromatograma obtenido para la muestra 65 (AY-H1-8-RES3) en la que se observa el "ruido químico" aumentando la línea de base a consecuencia del aumento de la temperatura durante el análisis por GC/MS. Picos identificados: 1-C16-OH; 3-C16:1; 4-C16:0; 5-C21 alcano; 6-C18-OH; 7-C22 alcano; 8-C18:1; 9-C18:0; 10-C23 alcano; 11-C20-OH; 12-C24 alcano; 13-C25 alcano; 14-C22-OH; 15-C26 alcano; 16-C27 alcano; 17-C28 alcano; 19-C29 alcano; 20-C30 alcano; 21-Colesterol (m/z 458); 22-C31 alcano; 23-C28-OH; 24-C32 alcano; 25-Stigmasterol (m/z 484); 26- β -Sitosterol (m/z 486); 27-C33 alcano; 28-Patrón interno (AL34: *n*-tetratriacontano); 29-C35 alcano; 30-C36 alcano .

En total, se confirma la contaminación antrópica y /o sintética para 40 piezas, agrupadas todas ellas en el grupo 1.2 que engloba aquellas piezas con presencia de elementos actuales (antrópicos o no) y que, por ende, muestran signos de contaminación que impiden realizar una lectura real del contenido argárico. Según se documenten elementos de contaminación de origen antrópico, sintético o ambos a la vez se han definido tres subgrupos: el subgrupo 1.2.D para las piezas en las que la contaminación tiene un origen antrópico y que es efectiva de modo aislado para 7 muestras, el subgrupo 1.2.E atestiguada por la documentación de contaminantes sintéticos que incluye un total de 16 muestras y el subgrupo 1.2.DE para aquellas piezas con elementos de ambos tipos y que suman un total de 19.

A diferencia del resto de contenidos documentados, procedentes de su pasado argárico y que facilitan una lectura sobre el uso o usos correspondientes, los contaminantes actuales no permiten combinarse con la información arqueológica, razón por la cual las muestras que lo manifiesten de manera notoria quedarán excluidas del análisis e interpretación socio-económica realizada sobre el resto de piezas. Los datos que podemos obtener se centran en la caracterización de las condiciones de conservación y en la evaluación del protocolo de muestreo llevado a cabo, información sobre la que volveremos en el siguiente capítulo.

b) Cera de abeja

- Documentación y lectura analítica

La cera de abeja está atestiguada en 16³¹⁰ de los 43 recipientes sin signos de contaminación. En todos aparece inserta en la matriz cerámica (muestras RES₃/RES₄) y, en el caso concreto, de tres recipientes (AY-AY18-11, AY-AY18-13, BA-H2-167) se localiza, además, como residuo adherido al interior de la pared (RES₅) y en forma de sedimento asociado al recipiente BA-BA60-1 (Tabla 5.11).

Además, junto a estos recipientes se documentó cera de abeja en 5 artefactos líticos definidos como alisadores (ALS) según la propuesta funcional de R. Risch (Risch 2002, 149). Se trata de clastos de forma cilíndrica y tendencia alargada documentados con frecuencia en los contextos argáricos y para los que no se había definido una funcionalidad concreta. La propuesta de Risch ya planteaba su relación funcional con los recipientes argáricos. A partir de un estudio experimental realizado en esta

³¹⁰ Se repitió el análisis en una de las muestras cerámicas (AY-H10-208) pero en diferentes zonas del recipiente (ver *infra*).

investigación para evaluar el proceso de la extracción y separación de cera y miel, se confirmó su relación con los recipientes argáricos y con la cera de abeja. En el capítulo 7 nos ocuparemos extensamente de evaluar la función de estos artefactos, si bien la presencia de cera de abeja en los 5 alisadores supuso su inclusión en este apartado.

Volviendo a los contenedores argáricos, la cera de abeja localizada en su interior difiere del compuesto original a causa de la degradación que experimenta por efecto del paso del tiempo y de las condiciones de conservación adversas. Como ya se ha referido (ver capítulo 4), la cera degradada presenta un "paquete" de biomarcadores característico conformado por alcanos de cadena larga con un rango de átomos de carbono entre C₂₁-C₃₃ (con el predominio del C₂₇), alcoholes en un rango entre C₂₂-C₃₄ (C₃₀-OH es el más destacado), ésteres de cera entre C₄₀-C₅₂ y, en algunos casos, los ácidos grasos: C_{16:0} y C_{24:0}.

La identificación de estos biomarcadores ha sido la principal herramienta metodológica para confirmar la presencia de cera de abeja en los contextos argáricos. La caracterización ha sido realizada principalmente a partir de su identificación en los cromatogramas obtenidos en el análisis por GC-MS y su comparación con los publicados en muestras de cera de abeja actual y en muestras degradadas de origen arqueológico (Crane 1990; Heron, Nemcek y Bonfield 1994; Regert et al. 2001; Steele 2008; Mayyas Al-Qudah, Douglas y Al-Ajlouny 2010). En concreto, los componentes característicos de esta sustancia se identificaron a partir del análisis de su espectro de masas y su comparación con los disponibles en la bibliografía del software utilizado para ello (*MSD Chemstation data analysis*). En la Figura 5.11 se muestra un cromatograma característico de la cera de abeja degradada y dos espectros de masas de dos de sus componentes.

Como complemento metodológico, se ha analizado una muestra de cera de abeja actual procedente del entorno inmediato a La Bastida, que ha confirmado la validez del método empleado. Además, la comparación de los resultados para esta muestra con los de las piezas argáricas ha sido un elemento diagnóstico más de la presencia de cera de abeja en los recipientes argáricos (Fig. 5.12).

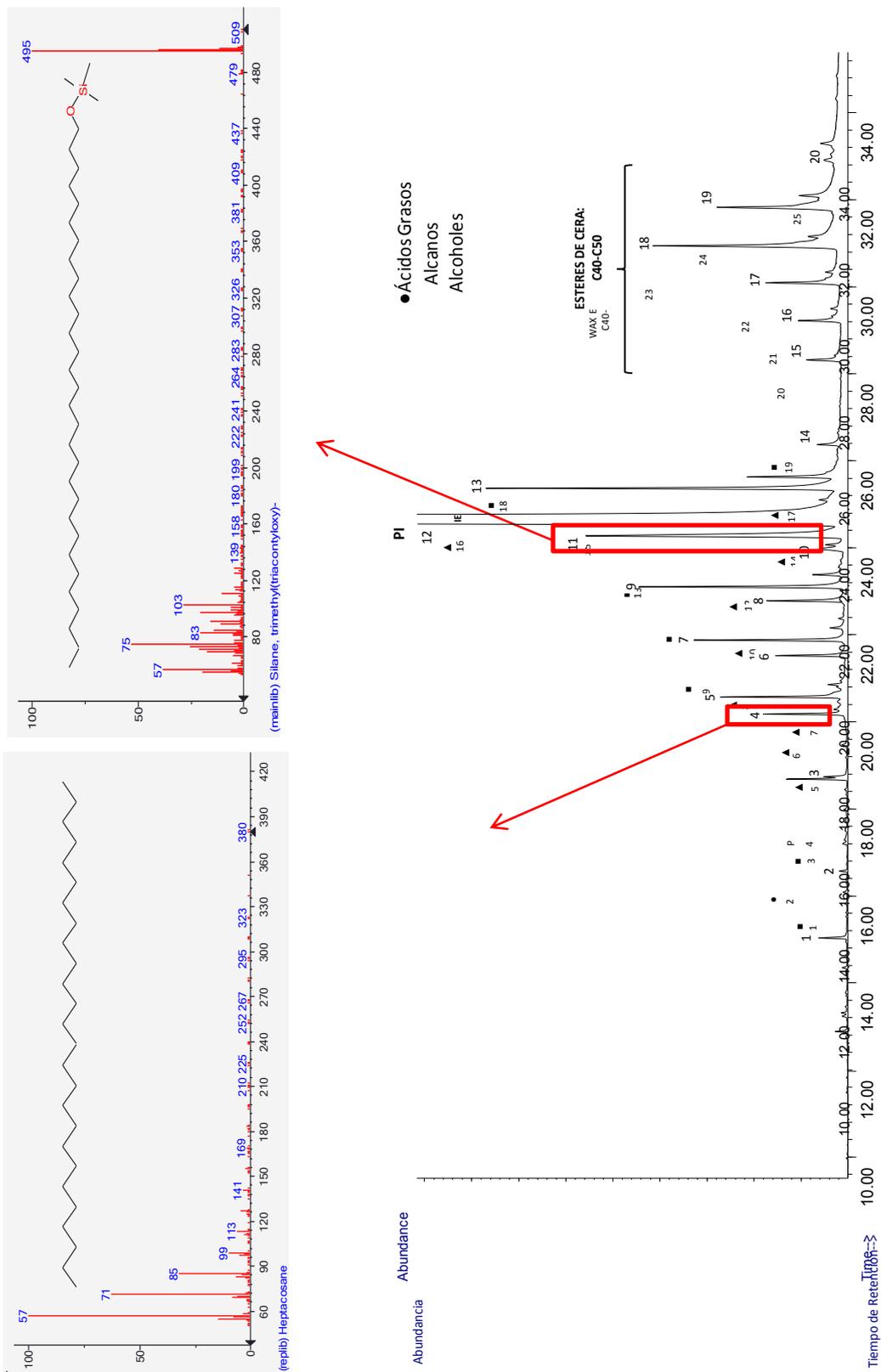


Fig. 5.11. Cromatograma característico de la cera de abeja degradada y espectro de masas de dos compuesto característicos a) alcano C₂₇ y b) alcohol C₃₀-OH obtenidos para el recipiente BA-H₃-216. En el Anexo VII se especifican el resto de compuestos identificados en la muestra.

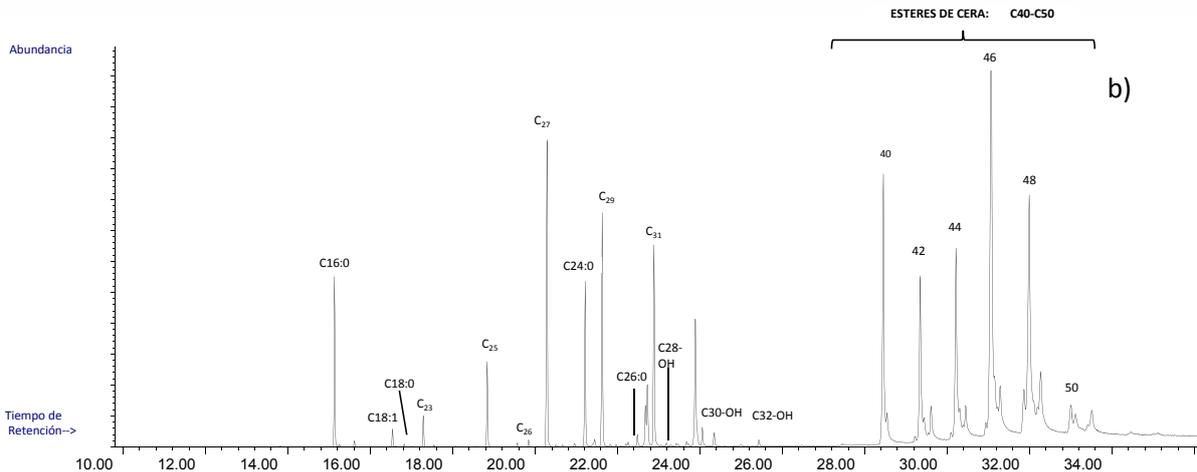
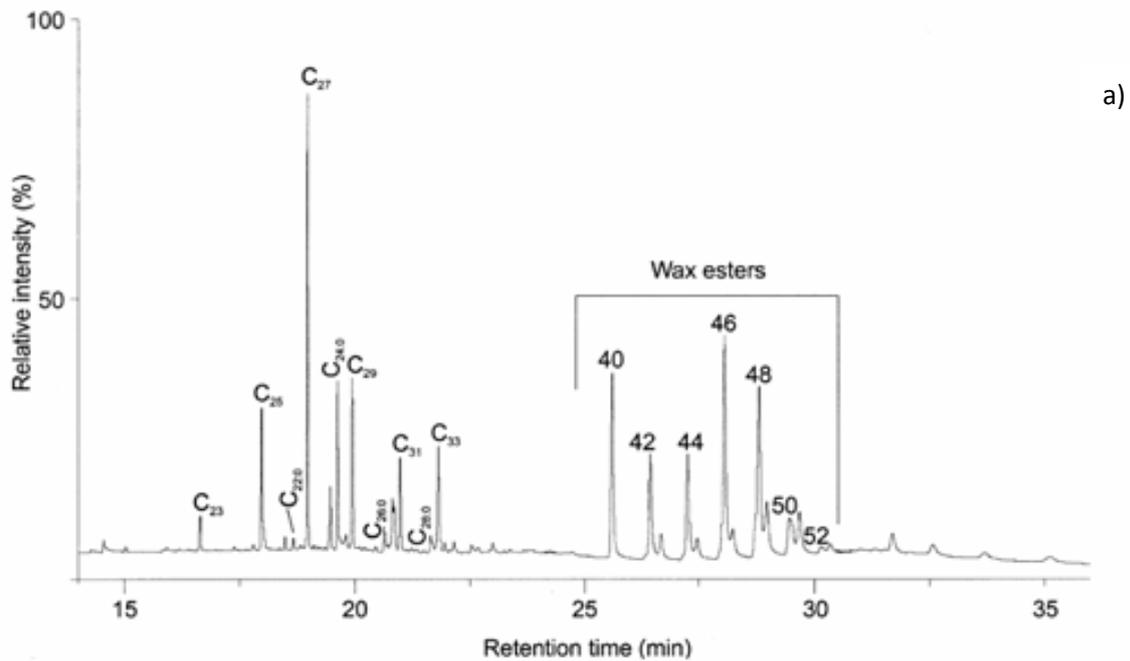


Fig. 5.12. Cromatogramas característicos de muestras de cera de abeja contemporánea. El cromatograma a) es una reproducción del publicado en el trabajo de M. Regert (Regert et al. 2001, 555). La Figura b) muestra el cromatograma resultante tras analizar la cera de abeja muestreada del entorno de La Bastida. Cx se refiere a los alcanos y número de carbonos que presentan, Cx:x se refiere a los ácidos grasos y nº de carbonos y OHx son los alcoholes con el número de carbonos que presentan.

Como se observa, ambas muestras de cera presentan un cromatograma muy similar. Si comparamos estas muestras con las argáricas (Fig. 5.11), los signos de degradación son evidentes en el cromatograma del recipiente, donde se observa un nivel elevado de alcoholes frente a las muestras de cera de abeja actual, degradación que se produce a consecuencia de la hidrólisis que produce la ruptura del enlace éster en las ceras (ver capítulo 4).

De este modo, la caracterización de los compuestos químicos contenidos en las muestras analizadas y su similitud con los biomarcadores de la cera de abeja degradada han registrado la presencia de esta sustancia en 16 recipientes que, como veremos en algunos casos, no será la única sustancia de la que tenemos constancia (ver *infra*).

De los 16 recipientes y 21 muestras con cera de abeja, 7 recipientes proceden de La Almoloya y 9 de La Bastida. En la Tabla 5.11 se detallan los datos arqueológicos y resultados obtenidos para estas piezas. En el Anexo VII se recogen los cromatogramas con los resultados analíticos de las muestras analizadas por GC/MS y en el Anexo VIII se especifica la presencia de cada compuesto.

Como ya se ha señalado en el capítulo 4, la cera de abeja es una sustancia químicamente muy estable, insoluble en agua, cuyas propiedades químicas permanecen bastante estables³¹¹. Sin embargo, esto no la exime de sufrir algunos procesos de degradación que, sin dejar de documentar su presencia, provocan cambios en relación con la sustancia originaria.

Los procesos y grado de degradación de esta sustancia varían en función del contexto de conservación de la pieza y de los procesos a los que se ve sometida durante su uso. De este modo, en ambiente secos y calurosos la degradación es mayor, así como sobre piezas que han sufrido algún tipo de calentamiento (Mayyas Al-Qudah, Douglas y Al-Ajlouny 2010, 4–5). La caracterización de dichos procesos es determinante para identificar las posibles implicaciones funcionales de la cera de abeja. La degradación a causa del calentamiento, hidrólisis u oxidación de la cera durante su uso o etapa de abandono del recipiente se tendrán que definir con claridad para documentar si la degradación es producto de un proceso natural o consecuencia del uso de esta sustancia.

³¹¹Los jugos gástricos de los animales no pueden digerir la cera de abeja, salvo en el caso de las larvas de algunos parásitos de las colmenas o el pájaro "*Indicator maior*" que indica la situación de los enjambres silvestres de abejas (Fernández Uriel 2011).

Yacimiento arqueológico	N° inventario pieza	Código	N° inventario muestra	Forma cerámica	Periodización Arqueológica	Conjunto	Contexto de amortización social	Tipo Muestra	DATOS ANALÍTICOS				RESULTADOS GC-MS				RESULTADOS GC-CIRMS				
									Zona de Muestreo	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo de subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ ¹³ C 160 (‰)	δ ¹³ C 180 (‰)	Caracterización IRMS	
La Almoleya	AY-AV17-12	53	AY-AV17-12-RES3	F2	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	AV17	Funerario (Ajuar)	RES3	PIN	ICTA	IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-28,27	-28,57	Mezcla grasas rumante/no rumante	
																					45
	AY-AV18-11	44	AY-AV18-11-RES5	F5	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	AV18	Funerario (Ajuar)	RES5	PIN_CAR	ICTA	IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-27,86	-28,5	Mezcla grasas rumante/no rumante	
																					47
	AY-AV18-13	46	AY-AV18-13-RES5	F5	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	AV18	Funerario (Ajuar)	RES5	PSU_CAR	ICTA	IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-27,54	-30,09	Mezcla grasas rumante/no rumante (predomina rumante)	
																					50
	AY-AV18-13	71	AY-AV18-13-RES3	F1	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	AV18	Funerario (Ajuar)	RES3	PSU_CAR	ICTA	IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-27,2	-26,7	Mezcla grasas rumante/no rumante	
																					AY-H10-208-RES3.1
	AY-H10-208	56	AY-H10-208-RES3.2	F7	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	2A1	Doméstico	RES3	PIN_BAS	ICTA	IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-27,61	-26,86	Mezcla grasas rumante/no rumante	
																					AY-H11-87
	AY-H11-92	66	AY-H11-92-RES3.1	F6	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	2A6	Doméstico	RES3	PSU_CAR_P	ICTA	IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-25,6	-25,01	Grasa animal no rumante	
																					BA-BA40-9
	BA-BA40-9	39	BA-BA40-9-RES3.1	F5	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	BA40	Funerario (Ajuar)	RES3	PSU_CAR_P	ICTA	IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-28,21	-29,72	Grasa animal rumante	
																					EMM013
	BA-BA60-1	EMM015	BA-BA60-1-7-RES3.2	F6	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	BA60	Funerario (Ajuar)	RES3	PSU_CAR_P	SAO	IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-24,69	-26,7	Mezcla de grasas indeterminadas	
																					BA-H2-167
	La Bastida	BA-H2-175.2.2	BR418	BA-H2-175.2.2-RES4	F7	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	3A1	Doméstico	RES5	PIN	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-	-	-
		BA-H2-175.9	BR417	BA-H2-175.9-RES4	F7	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	2A8	Doméstico	RES4	PIN_BAS	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-	-	-
BR414																					
BA-H3-316		38	BA-H3-316-RES4.2	F4	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	1A10	Doméstico	RES4	PAI	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-	-	-	
																					BR414
BA-H3-54		BR414	BA-H3-54-RES5.1	F7	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	1A6	Doméstico	RES3	PAI	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-	-	-	
																					BR414
BA-H3-60		BR414	BA-H3-60-RES4	F2	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	1A6	Doméstico	RES4	PIN	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-	-	-	
																					EMM009
BA-H3-35		EMM009	BA-H3-35-RES3	F3	Agar Pleno (1950-1750 cal ANE)	SAO	Doméstico	RES3	PAI	SAO	IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-24,38	n.d.	n.d.	
																					BR414

Tabla 5.11. Síntesis de las piezas cerámicas con presencia de cera de abeja.

En la mayoría de las muestras, se observan indicios de degradación por hidrólisis de los esteres de cera. De las 21 muestras analizadas, 17 se caracterizan por presentar indicios de dicha hidrólisis (Tabla 5.11). La degradación por hidrólisis provoca la ruptura del enlace éster y da lugar a la formación de C16:0 y de alcoholes de cadena larga. Este proceso también queda atestiguado en algunas muestras que presentan un bajo índice y presencia de los esteres de cera, como la muestra BA-H7-68 que sólo conserva dos esteres (WE₃₈ y we₄₀) (ver Anexo VII) o las muestras BA-H7-167-RES₅, BA-H3-54-RES_{3.1}, BA-BA60-24-RES₁, BA-BA60-27-RES₃, AY-H10-208-RES_{3.2}, AY-H10-208-RES_{3.2}, AY-H11-87-RES₄ y BA-BA40-9-RES_{3.2}, que presentan un perfil más completo aunque escaso de ésteres (ver Anexo VII).

Nº inventario muestra	Procesos de degradación de la cera de Abeja
AY-AY17-12-RES ₃	Hidrólisis
AY-AY18-11-RES ₃	Hidrólisis
AY-AY18-11-RES ₅	Hidrólisis
AY-AY18-13-RES ₃	Hidrólisis
AY-AY3-19-RES ₃	Hidrólisis
AY-H10-208-RES _{3.1}	Hidrólisis
AY-H10-208-RES _{3.2}	Hidrólisis
AY-H11-87-RES ₄	Hidrólisis
AY-H11-92-RES _{3.1}	Hidrólisis
BA-BA40-9-RES _{3.2}	Hidrólisis
BA-BA60-24-RES ₁	Hidrólisis
BA-BA60-26-RES ₃	Hidrólisis
BA-H2-167-RES ₄	Hidrólisis
BA-H2-167-RES ₅	Hidrólisis
BA-H2-175.9-RES ₄	Evaporación alcanos
BA-H3-216-RES _{4.2}	Hidrólisis/Evaporación alcanos
BA-H3-54-RES _{3.1}	Hidrólisis/Evaporación alcanos
BA-H3-60-RES ₄	Hidrólisis/Evaporación alcanos
BA-H59-35-RES ₃	Hidrólisis
BA-H7-68-RES ₄	Hidrólisis

Tabla 5.12. Síntesis de los procesos de degradación detectados en las muestras con cera de abeja analizadas.

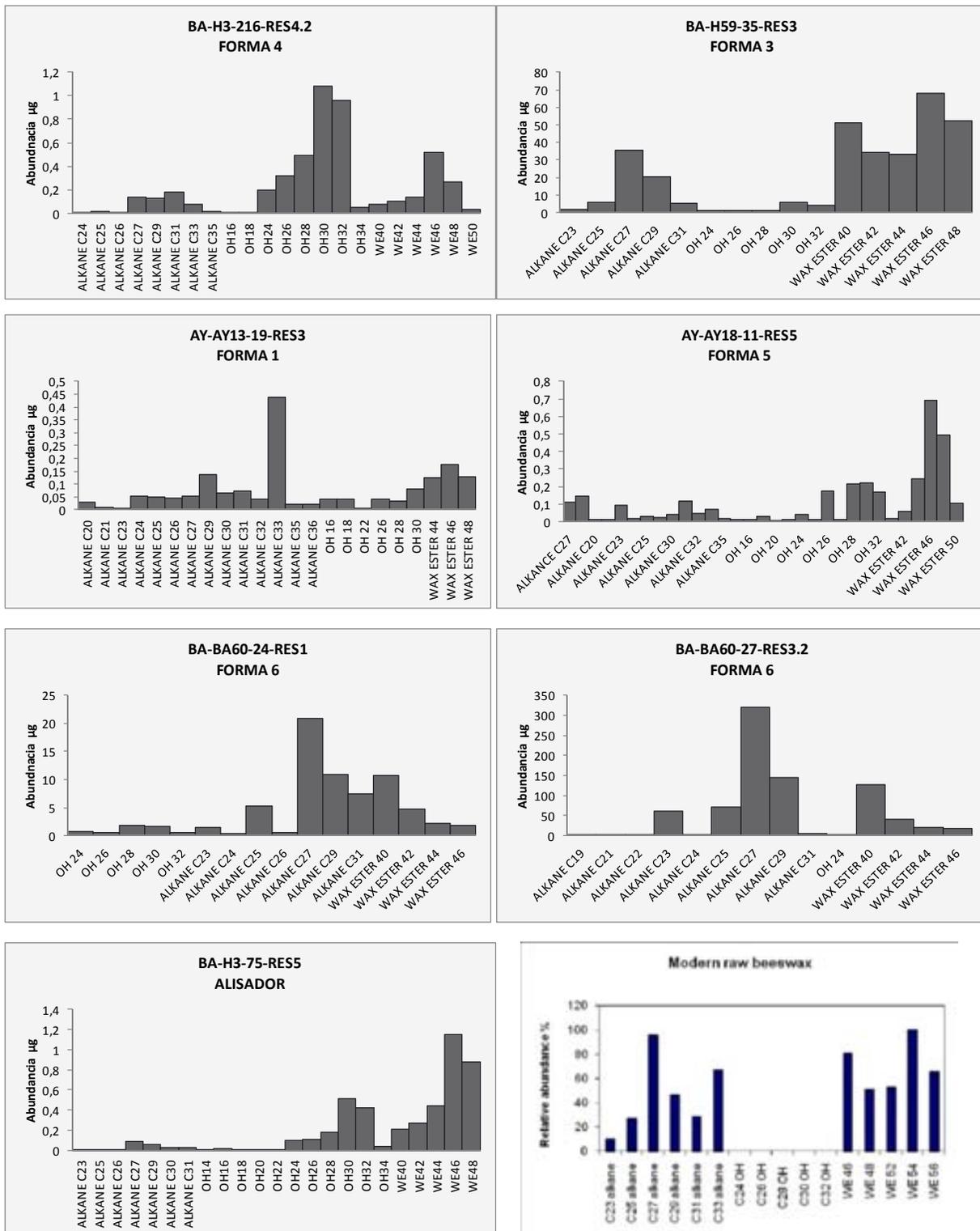


Fig. 5.13. Histogramas que muestran la presencia y abundancia de los biomarcadores característicos de cera de abeja (alcanos, alcoholes y esteres de ceras) en una selección de muestras argáricas. El último histograma representa la abundancia relativa de los componentes de cera de abeja actual (Steele 2008, 184) y que se ha tomado a modo de modelo para compararlo con las muestras arqueológicas.

En la Figura 5.13 se evalúa el significado de los biomarcadores de cera de abeja en algunas muestras. Como se observa, la presencia y abundancia de alcoholes en BA-H3-216-RES_{4.2}; BA-H59-35-RES₃ y BA-H3-75-RES₅, frente a la ausencia de los mismos en el histograma de cera de abeja actual es un claro indicio de hidrólisis. Por otra parte, en la mayoría de las muestras se observan biomarcadores característicos de cera de abeja degradada, con el alcohol C₂₈-OH y el alcano C₂₇ como compuestos mayoritarios, destacando en este sentido BA-H3-216-RES_{3.2} y BA-H59-35-RES₃.

Un caso especial lo representa el recipiente F6 (BA-BA60-1) (Fig. 5.14), única pieza con esta tipología analizada en La Bastida mediante tres muestras: dos de sendos fragmentos cerámicos (BA-BA60-26-RES_{3.1} y BA-BA60-27-RES_{3.2}) pertenecientes a diferentes zonas de la pieza y una tercera de tipo sedimentario (BA-BA60-24-RES₁) asociada a uno de los fragmentos (EMM015).

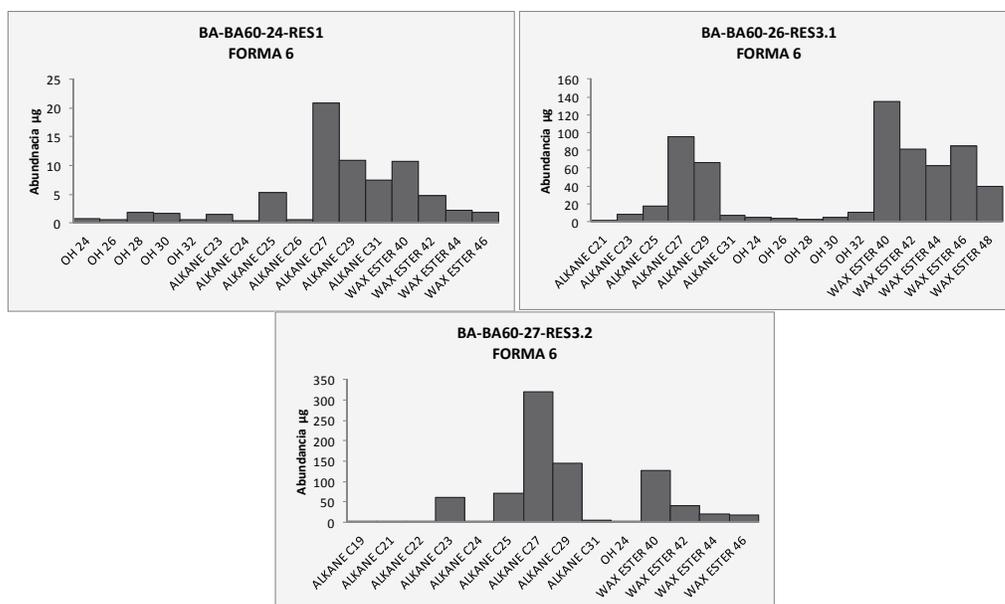


Fig. 5.13. Representación de la presencia y abundancia de los biomarcadores característicos de cera de abeja en la pieza BA-BA60-1.

Como se observa en la Figura 5.14, en los tres casos se documentó cera de abeja, pero la presencia y proporción de los biomarcadores característicos varían considerablemente entre las muestras. En las tres muestras se observan signos de degradación por hidrólisis,

si bien la de sedimento presenta una menor cantidad de contenido lipídico respecto a la muestra cerámica a la que se asocia (BA-BA60-27-RES3.2) (Fig. 5.14).

En cualquier caso, el menor grado de conservación de los residuos orgánicos en la muestra sedimentaria respecto al fragmento cerámico se comprende si atendemos al tipo de muestra que estamos comparando: la matriz cerámica resulta un espacio ideal para conservar el residuo orgánico, el cual queda encapsulado en el interior de los poros cerámicos minimizándose los posibles procesos de degradación microbiana o ambiental; no así para el residuo contenido en la muestra sedimentaria, lo que explicaría el bajo índice de ácidos grasos recuperados aquí (Heron, Evershed y Goad 1991; Evershed 2008). En el capítulo 7 nos ocuparemos de las implicaciones funcionales que expresan estos resultados para la F6.

Como única pieza que no presenta signos de hidrólisis, documentamos una copa de La Bastida (BA-H2-175.9) con escasa presencia de alcoholes y excelente conservación de los ésteres de cera. Por otra parte, esta pieza documenta signos de degradación visibles por la escasa conservación y significancia de los alcanos (ver Anexo VII). En este sentido, los alcanos representan el segundo grupo de moléculas más representado entre la cera de abeja y, por tanto, igualmente susceptible de experimentar procesos de degradación. La evaporación (ver capítulo 4) es el principal proceso de degradación que experimentan estos compuestos, que provoca un descenso de su presencia y la pérdida de alcanos de cadena corta. Proceso que, según el trabajo experimental del equipo de Regert (Regert et al. 2001), se produciría como consecuencia del calentamiento de la cera, ya sea durante su uso o debido a unas condiciones de conservación en las que imperan las altas temperaturas. El único modo de conocer el desencadenante es evaluar el global de evidencias arqueológicas como el contexto de deposición y las evidencias directas del uso del recipiente, tarea a la que volveremos en el capítulo 7. En este sentido, se han documentado cuatro muestras con signos de degradación de este tipo (Tabla 5.11).

Si intentamos buscar una explicación a este proceso, es bastante plausible que las condiciones de conservación tengan algo que ver. Como ya se ha destacado en varias ocasiones, el sudeste peninsular se caracteriza por ser una de las zonas más áridas de Europa. Para discriminar aquellas muestras que presentan un descenso de los alcanos por el uso que se dio al recipiente, podemos recurrir a otras evidencias analíticas y

arqueológicas. En concreto, el estudio de Regert et al. (Regert et al. 2001) documentó que, al calentar la cera, se producía además una disminución de la presencia de los ácidos grasos, que tienden a evaporarse. De este modo, observando el grado de conservación de estos compuestos y/o otro tipo de evidencias funcionales a nivel arqueológico, como la presencia de residuo carbonizado en su interior, podemos identificar la causa de la degradación de la cera.

En este sentido, contamos con una pieza (BA-H2-167) que presenta residuo carbonizado en su interior (muestra BRA15) y cuyo análisis evidenció la presencia de cera de abeja. La combustión de esta sustancia queda clara tanto por la naturaleza de la muestra (residuo carbonizado) como por el resultado analítico en el que se documenta una baja presencia de los ácidos grasos. Sin embargo, la conservación de los alcanos no se resintió al calentar la cera (ver Anexo VII) y no se puede utilizar su presencia como un indicador más del calentamiento de esta sustancia, lo que evidencia la necesidad de evaluar el global de evidencias analíticas y arqueológicas para realizar una lectura más ajustada del contenido del recipiente.

Por otra parte, junto al residuo carbonizado (muestra BRA15) se analizó también una muestra del fragmento cerámico asociado (muestra BRA14) que junto a cera de abeja contenía grasa animal (ver Anexo VII), conservación que se explicaría tanto por la naturaleza de la muestra analizada (fragmento cerámico) como por el contexto de conservación. En concreto, el residuo carbonizado adherido a la pared debió de actuar a modo de capa de protección de la sustancia absorbida en las porosidades de la cerámica inhibiendo la actividad y degradación microbiana (Heron y Evershed 1993; Regert et al. 2001).

El trabajo del equipo de Regert realizó un análisis de similares características. Su estudio analizó el residuo carbonizado recuperado de un recipiente del yacimiento neolítico de Bercy (Francia) junto a un fragmento de dicha cerámica. Al igual que para la pieza de La Bastida, el grado de conservación de los residuos orgánicos varió entre ambas muestras, pero a diferencia de la pieza argárica Regert documenta la mayor proporción de residuo orgánico en la muestra carbonizada. Regert interpreta dichos resultados como una evidencia del uso de la cera como impermeabilizante (Regert et al. 2001, 563–564).

En el caso de la pieza argárica, la situación es inversa y tiene una explicación distinta: la ausencia de ácidos grasos en la muestra carbonizada y su elevada presencia en la muestra cerámica, más allá de evidenciar diferentes usos en el mismo recipiente, se explicaría por las condiciones de conservación y la naturaleza de ambas muestras.

Junto a la pieza BA-H2-167, documentamos otros dos recipientes que conservan residuo visible en su interior (muestras RES₅) y además atestiguan la presencia de cera de abeja. Se trata de dos F₅ (AY-AY18-11 y AY-AY18-13) recuperadas en La Almoloya. En ambos recipientes se analizaron sendas muestras tomadas del residuo orgánico adherido (RES₅) y de la pared cerámica (RES₃). Las cuatro muestras documentan la presencia conjunta de cera de abeja y grasa de origen animal y en todas ellas hay signos de degradación por hidrólisis en la cera de abeja.

Sin embargo y como ya se ha documentado para la pieza BA-H2-167 y en otros estudios (Regert et al. 2001), el grado de conservación de los compuestos orgánicos puede variar entre la pieza analizada y el residuo adherido a ella. En el caso de las piezas de La Almoloya, el número y abundancia de los biomarcadores orgánicos se conserva en mejores condiciones en las muestras procedentes del residuo adherido.

En varias ocasiones se ha referido que los residuos orgánicos tienden a conservarse mejor en el interior de la pared cerámica, donde los efectos de la degradación por la actividad microbiana y la oxidación se minimizan (Evershed et al. 1992). Sin embargo, en sendos recipientes no se cumplen estas condiciones, lo que podría tener una explicación funcional que evaluaremos en el siguiente capítulo.

Como vemos, el total de las muestras con presencia de cera de abeja muestran algún indicio de degradación. Ello no ha impedido identificar los principales biomarcadores de la cera, aunque algunas de las muestras presenten una menor presencia de algunos compuestos como los alcoholes, alcanos o ésteres de cera.

En conjunto, la abundancia de los biomarcadores definitorios de la cera de abeja varían sustancialmente entre las muestras con una mayor presencia (BA-BA60-27-RES_{3.2}; BA-BA60-26-RES_{3.1}; BA-H59-35-RES₃) (Tabla 5.13), en las que dichos compuestos (alcanos, alcoholes y ésteres de cera) suponen más de un 70% de los compuestos documentados (ver Anexo VII) y las muestras en las que estos biomarcadores no suponen más de un 10% (AY-AY18-11-RES₃, AY-H11-87-RES₄; AY-H10-208-RES_{3.1})

(Tabla 5.13). En cualquier caso la identificación de dichos compuestos es clara para las 21 muestras cerámicas a que hemos hecho referencia³¹².

No obstante, entre estas muestras existe una que presenta trazas de cera de abeja. Se trata de la muestra AY-H11-87-RES₄, con un porcentaje muy reducido de biomarcadores característicos de la cera (Tabla 5.13) y sin los compuestos mayoritarios de esta sustancia (alcohol C₃₀-OH y alcano C₂₇). Existen algunas propuestas que documentan muestras con una problemática similar: con presencia de compuestos asociados a la cera de abeja, pero cuya proporción no es la característica o que carece de todo el “paquete” de biomarcadores definitorio. En suma, quedaría definidas como muestras sólo con trazas de cera de abeja (Maurer et al. 2002; Steele 2008, 179–180).

Nº inventario muestras	Presencia de biomarcadores de cera de abeja (%)
BA-H59-35-RES ₃	85,8
BA-BA60-26-RES _{3.1}	81,2
BA-BA60-27-RES _{3.2}	72,6
AY-H10-208-RES _{3.1}	22,9
AY-AY18-11-RES ₃	2,3
AY-H11-87-RES ₄	9,9

Tabla 5.13. Cuantificación de los biomarcadores de la cera de abeja en las 3 muestras que presentan mayor presencia de esta sustancia y en las 3 con menor presencia.

Además, en nuestro caso documentamos otra muestra que planteó una problemática similar, pero en el que no fue posible definir la presencia de cera de abeja. Se trata BA-BA78-10-RES_{3.1} que presenta alcoholes y alcanos pero sólo contiene trazas de ésteres de cera (WE₄₀ y WE₄₈). La ausencia del rango y distribución de estos compuestos impidió confirmar la presencia de esta sustancia, sin posibilidad de identificar el origen de estos compuestos.

³¹² La identificación de los compuestos orgánicos documentados en el total de las muestras analizadas se recogen en los cromatogramas de masas publicados en el Anexo VII.

Al margen de estas muestras, el resto de piezas mencionadas documentan los biomarcadores característicos a esta sustancia. De las 21 muestras con cera, tan sólo en dos casos se documentó de modo aislado (BA-H3-216-RES_{4.2} y BA-H2-167-RES₅). En el resto, junto a cera se evidenció grasa de origen animal o incluso residuo vegetal. Esta situación se reproduce en siete de los recipientes con cera y uno de ellos (AY-H11-92) posee además resina de pino (Kimpe, Jacobs y Waelkens 2002; Mukherjee, Gibson y Evershed 2008) (Tabla 5.11).

En este contexto, el trabajo del equipo de R. Evershed (Charters et al. 1995) publicó el primer estudio que registra la mezcla de diferentes sustancias orgánicas en un mismo recipiente. En esta línea de investigación se publica el reciente trabajo doctoral de V. Steele (Steele 2008, 223). En ambos casos, la identificación de varias sustancias en un mismo recipiente se realizó a partir de la documentación de los biomarcadores característicos para dichas sustancias. En el caso de la grasa animal, la “clave” analítica fue la identificación de los triacilglicéridos que representan un 95% de las grasas de origen animal (Regert 2011) o, en su defecto, de ácidos grasos libres procedentes de la degradación de estos glicerolés (Evershed et al. 1997c). Su documentación junto al grueso de biomarcadores característicos de la cera de abeja evidenció la presencia conjunta de ambas sustancias.

No obstante, la presencia de ácidos grasos libres debe evaluarse antes de diagnosticar su origen. La cera de abeja degradada, aunque en pequeña proporción, puede presentar ácidos grasos libres. En concreto, la degradación de los ésteres de cera genera C_{16:0} y, en algunos casos, C_{24:0} (Regert et al. 2001; Steele 2008). La presencia de C_{24:0} en muestras degradadas se comprende al observar la composición de los ácidos grasos libres en la cera de abeja actual y no degradada. La investigación desarrollada por Mills y White (Mills y White 1987, 50) sobre cera de abeja actual documentó que entre los ácidos grasos libres que componen la cera de abeja, destaca el C_{24:0} con un porcentaje del 47%, lo que explicaría su conservación en las ceras degradadas.

En el caso que nos ocupa, en diez de las muestras³¹³ la presencia conjunta de cera y grasa animal queda clara a partir de la documentación de los biomarcadores de la cera y

³¹³ AY-AY18-11-RES₅, AY-AY18-11-RES₃, AY-AY18-13-RES₅, AY-AY18-13-RES₃, AY-AY3-19-RES₃, AY-H11-87-RES₄, AY-AY17-12-RES₃, AY-H10-208-RES_{3.2}, AY-H11-92-RES_{3.1}, AY-H10-208-RES_{3.1} (Tabla 5.10).

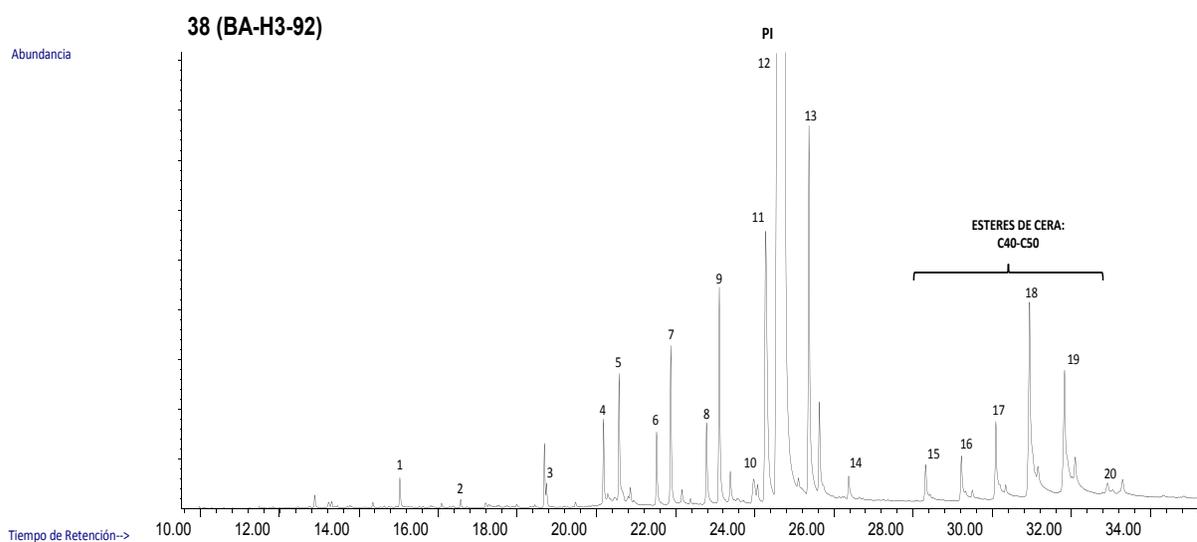
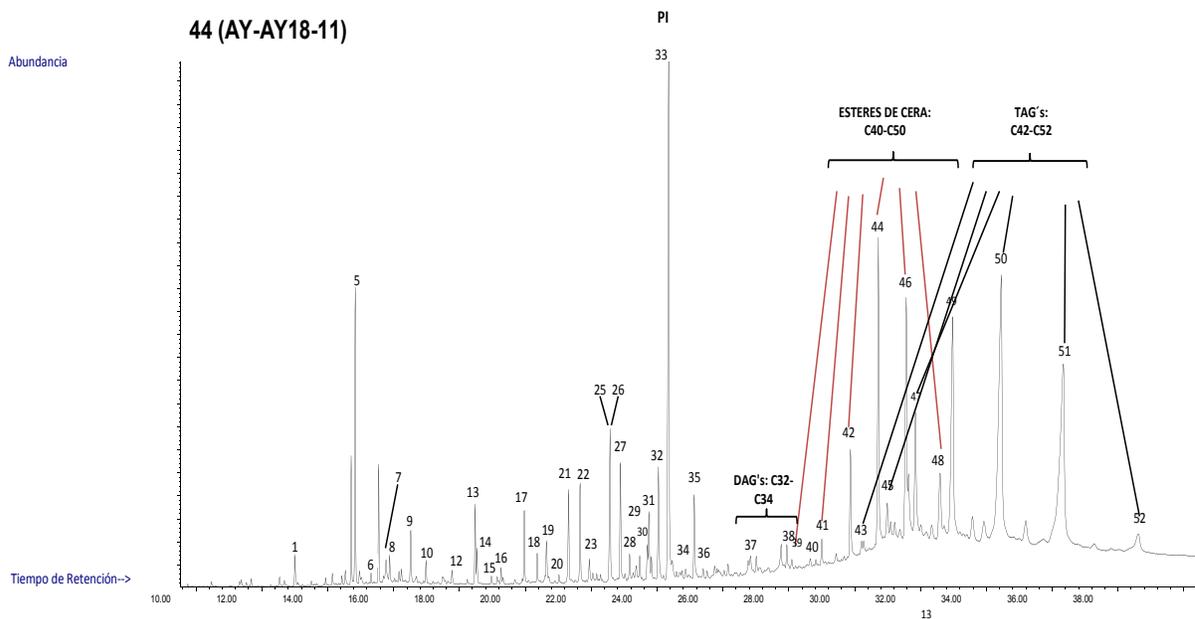


Fig. 5.14. Cromatogramas de dos muestras que documentan cera de abeja. En la muestra AY-AY18-11-RES₅ destaca además la presencia de triacilglicéridos propios de tejido graso adiposo. En el Anexo VII se especifican los compuestos identificados en ambas muestras.

la presencia de triacilglicéridos. Para las nueve muestras restantes³¹⁵ la caracterización de grasas de origen adiposo se define a partir de la presencia y abundancia de los ácidos

³¹⁵ BA-H2-175.9-RES₄; BA-BA40-9-RES_{3.2}, BA-BA60-24-RES₁, BA-BA60-27-RES_{3.2}, BA-H2-167-RES₄, BA-H3-54-RES_{3.1}, BA-H3-60-RES₄, BA-H7-68-RES₄, BA-H59-35-RES₃ (Tabla 5.10).

grasos libres y algunos biomarcadores característicos como el colesterol, el esteroil más abundante en el tejido animal (ver Anexo VII).

En el Anexo VII, se recoge el grueso de cromatogramas analizados para estas muestras y en el Anexo VIII se especifica la abundancia de los compuestos identificados. A modo de ejemplo, en la Figura 5.15 se representa el cromatograma obtenido sobre dos muestras. En el primero se detecta la presencia conjunta de cera de abeja y grasa animal³¹⁶; en cambio, en el segundo sólo se observa cera de abeja.

- ***La cera de abeja en el contexto de los recipientes argáricos***

Realizada la lectura analítica de las muestras con presencia de cera de abeja, la exposición de los resultados no quedará completa sin la caracterización arqueológica del contenedor que la contuvo. De los 43 recipientes analizados sin indicios de signos de contaminación, en 16 se identificó cera de abeja. Si evaluamos a nivel tipológico, de esos recipientes, los contenedores de F7 y F2 son los más representados, con un 50% (Fig. 5.16). En este sentido, destaca que, salvo en el caso de dos F2 definidas claramente como los subtipos vaso polípodo y F2B3y (Lull 1983), el resto de recipientes F2 se conservan de modo incompleto, por lo que no sería descartable que fueran parte de copas (F7). No obstante, ante la imposibilidad de reconstruir la pieza entera se han definido como cuencos F2.

Los recipientes F5, con un 19% del total de piezas con cera de abeja, son el otro grupo con mayor presencia de esta sustancia. Para el resto de tipos (F1, F3 y F4) la presencia no supera un 6%, salvo para la F6 que documenta dos piezas (12% del total).

Por otra parte, estadísticamente los porcentajes no tienen sentido si no alcanzan un nivel significativo. El test de X² permite demostrar si existe relación entre el tipo de contenedor y la cera de abeja. Sin embargo, este test no resultó efectivo sobre la muestra analizada ya que no tenemos en algunos casos frecuencias mayores a 5, necesarias para que se pueda aplicar esta prueba. Es por este motivo, que aplicamos la prueba de Monte Carlo, técnica que realiza pruebas aleatorias para obtener una posible solución/respuesta a un problema matemático. En concreto, la prueba compara las diferencias observadas

³¹⁶ La caracterización del tipo de grasa animal se discute en este capítulo en el apartado destinado a evaluar las muestras con presencia de grasas animales.

en las tablas con las diferencias observadas en 10.000 repeticiones aleatorias de combinaciones semejantes (Barceló 2007, 122–123). El resultado de la prueba de Monte Carlo ofreció un valor (0,26) que queda por encima del valor definido para demostrar una relación significativa entre ambas variables ($<0,05$), por lo que no podemos definir una relación significativa entre la cera de abeja y el tipo de contenedor argárico.

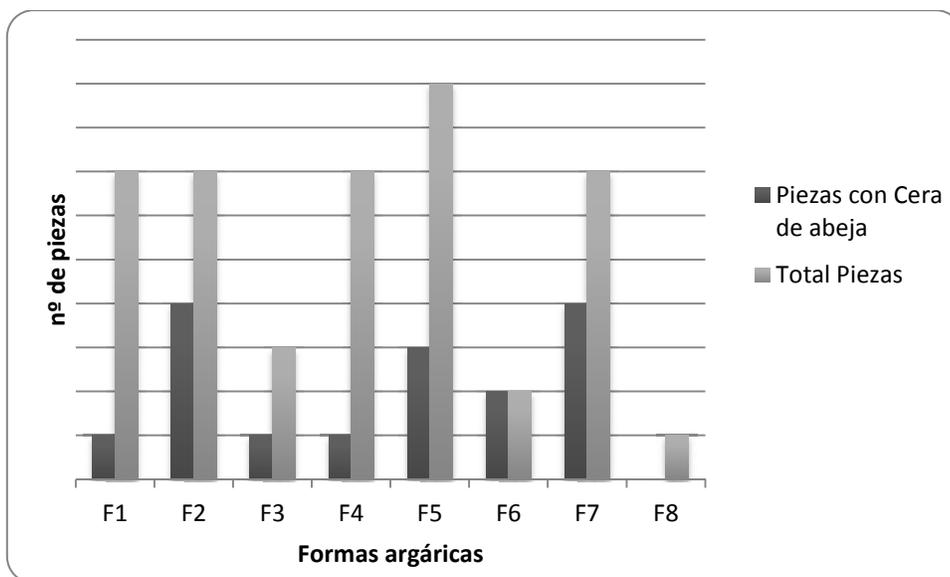


Fig. 5.15. Representación de la cera de abeja por forma cerámica y su relación con el número total de piezas cerámicas sin signos de contaminación.

En este sentido se plantea otro problema de representación tipológica: el muestreo cerámico primó la posibilidad de conservar residuo orgánico entre los recipientes a estudiar, elemento que produjo una desigual representación de las formas muestreadas. Ello se agrava si tenemos en cuenta que las formas argáricas ofrecen una desigual representación cronológica, con formas como las copas (F7) ausentes en la primera fase argárica.

A nivel contextual tampoco se puede realizar una lectura significativa de la presencia de esta sustancia entre los recipientes muestreados, ya que las muestras procedentes de contextos funerarios están sesgadas por su propia naturaleza. La representación funeraria del mundo argárico no es una muestra representativa del total de la población, por lo que no se puede hacer una comparativa entre contextos de uso social diferenciado. En otras palabras, la muerte no es un fiel reflejo de la vida argárica. En la Figura 5.17 se

representa la presencia de las formas con cera de abeja en los diferentes contextos de amortización social, sin que exista por ello una representación equitativa de cada forma en cada contexto.

Si evaluamos la representación de las piezas con cera de abeja en relación al cómputo de recipientes sin indicios de contaminación (43 recipientes), la lectura varía en algunos sentidos (Fig. 5.17). Los recipientes F2 y F7 son los tipos de contenedores cerámicos que presentan un mayor número de recipientes con cera (57% del total de cada tipo). Sin embargo, entre las formas cerámicas con menor representación de cera destacan la F1 y F4, donde menos de un 14% de las piezas de similar tipología presentan esta sustancia. Las F3 y F5 registran un 33% de las piezas con cera de abeja, si bien sólo se analizaron 3 recipientes F3 frente a las 9 piezas F5. Por otra parte, todos los tipos cerámicos, aunque en diferente proporción, están presentes en las muestras con cera de abeja, salvo la F8 que es el tipo minoritario entre las piezas analizadas (Fig. 5.16).

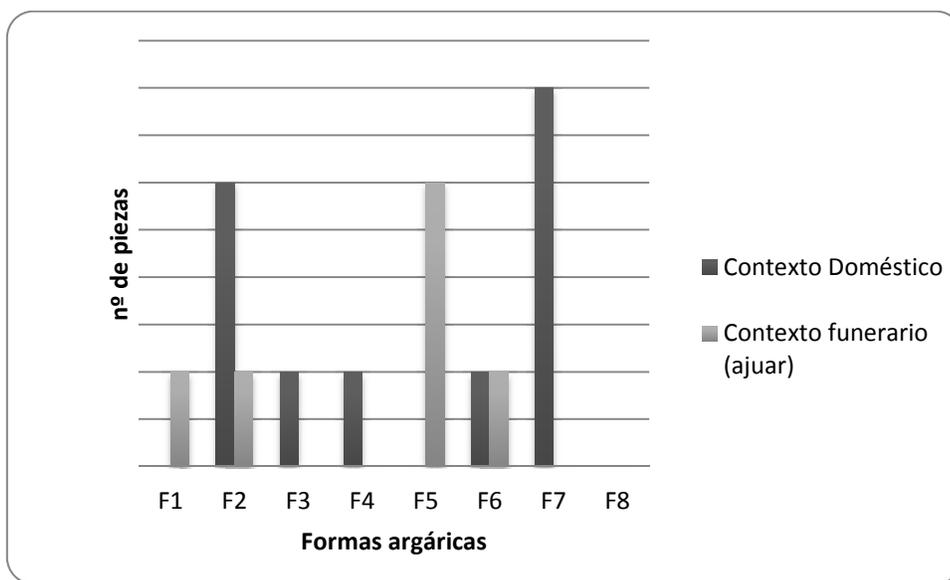


Fig. 5.16. Distribución de las formas argáricas con cera de abeja en los dos principales contextos de amortización social.

Destaca el caso de los recipientes F6, escasamente documentados en contextos habitacionales y asociado principalmente a tumbas masculinas con armas y ajuar rico (ver capítulo 7) (Castro, Chapman, Gili, et al. 1994; Lull 1983; Schubart 2000; Schubart 2004).

En el presente estudio se analizaron los dos únicos recipientes que el “Proyecto La Bastida” recuperó en el curso de las excavaciones en La Almoloya y La Bastida y, en ambos casos, se documentó la presencia de cera de abeja y contenido graso. En el apartado de discusión se analizarán los diferentes elementos funcionales que pueden ayudar a definir el uso concreto de estas sustancias en sendas vasijas lenticulares (ver *infra*).

En cuanto a la zona de muestreo, destaca el análisis de la pieza AY-H10-208 que se muestreo en dos zonas: pared superior y pared inferior. El análisis de ambas mostró una diferenciación en el porcentaje de los residuos conservados en ellas (ver *infra*) que, como se ha demostrado en otros trabajos y evaluaremos en el siguiente apartado, puede tener una explicación funcional (Charters et al. 1993; Charters et al. 1995).

c) Grasas de origen animal

- Documentación y lectura analítica

La presencia de grasas de origen animal se documentó en 25 muestras correspondientes a 22 recipientes analizados. Si excluimos las 40 piezas con signos de contaminación confirmada, el total de piezas evaluables se reduce a 43 recipientes. La presencia aislada de grasa animal sólo está atestiguada en 2 muestras (51 y EMM016), mientras que el resto de recipientes contuvo también otras sustancias (cera de abeja, aceites vegetales y/o resina de pino), de las que nos ocuparemos en su apartado correspondiente.

Del total de estas piezas se descartó la posible contaminación del contenido orgánico localizado en su interior, ya que ninguna presentaba elementos orgánicos actuales. Los criterios que han llevado a considerar la ausencia de materia orgánica actual en estas 25 muestras se recogen en el apartado destinado a evaluar el conjunto de recipientes contaminados (ver *supra*).

La determinación del contenido graso se realizó a partir de la técnica GC/MS y la identificación de los compuestos a partir del análisis de su espectro de masas, para el que se utilizó como referente la bibliografía del software especializado (MSD Chemstation data analysis). En la Figura 5.18 se muestra un cromatograma de masas con algunos compuestos característicos de las grasas animales (ácidos grasos, triacilglicéridos, esteroides), además de uno de los espectros de masas utilizado para identificar los

diferentes compuestos. En el Anexo VII se recoge el total de cromatogramas obtenidos para las piezas analizadas.

El papel destacado de las grasas de origen animal en los recipientes argáricos se entiende si atendemos al protagonismo que estos compuestos tienen en nuestra dieta. Tanto en el pasado como en la actualidad, han sido y son uno de los pilares de la alimentación, sin duda por ser una de las principales fuentes de energía³¹⁷. Sin embargo, también han protagonizado otro tipo de actividades y usos formando parte de productos secundarios como perfumes, medicinas o, incluso, como combustible para iluminar (Mills y White 1987, 31).

En el marco de nuestra investigación, ya en los primeros trabajos publicados sobre residuos orgánicos destaca el hallazgo de sustancias orgánicas de tipo lipídico, como menciona Craig (Craig 2001) sobre el pionero trabajo de Johannes Grüss en 1933³¹⁸, quien documentó grasas asociadas a la leche. A este trabajo se sumaron otros que atestiguan la presencia de grasas animales y aceites vegetales a partir de la presencia de triacilglicéridos y ácidos grasos degradados (Evershed, Heron y Goad 1990; Skibo 1992; Evershed 1993; Heron y Evershed 1993; Evershed et al. 1997c; Kimpe, Jacobs y Waelkens 2002). No es de extrañar, por tanto, que las grasas animales se sitúen en el punto de mira a la hora de analizar los residuos contenidos en los recipientes argáricos.

Las grasas animales se componen en un 95% de triacilglicéridos, siendo minoritarios los diacilgliceridos (DAG's), monoacilgliceroles (MAG's) y/o ácidos grasos libres. Como componentes secundarios, destacan los fosfolípidos, esteroides como el colesterol, o vitaminas e hidrocarburos entre los que se incluyen alcanos, escualeno o/y carotenos (Mills y White 1987, 31-33; Steele 2008, 202-203).

Aunque el mayor componente de las grasas son los triacilglicéridos, su estructura varía en función de los ácidos grasos que presentan³¹⁹, lo que implica que sea a partir de

³¹⁷ Cada gramo de grasa contiene una energía de 9 kcal, lo que supone más del doble de la cantidad almacenada en el mismo peso de carbohidratos o proteínas (Niinivaaray Antila 1973, 13-14).

³¹⁸ No se ha podido localizar este trabajo y nos referimos a él a partir de las anotaciones que realiza el trabajo de (Craig 2001). Grüss, J. (1933) "Über Milchreste aus der Hallsattzeit und andere Funde". *Forschungen und Fortschritte*, 9: 105-106.

³¹⁹ Como se señaló en el anterior capítulo, la estructura característica de los triacilglicéridos es un triéster de ácidos grasos unidos por un glicerol.

éstos que se defina el tipo de grasa y su origen (Mills y White 1987). Existen varias clases de triacilglicéridos en función del tipo y número de ácidos grasos, si bien sólo una pequeña proporción de los ácidos grasos de los triacilglicéridos aparece en cantidades significativas como para conservarse en el registro arqueológico, siendo el C16:0 y el C18:0 los más frecuentes.

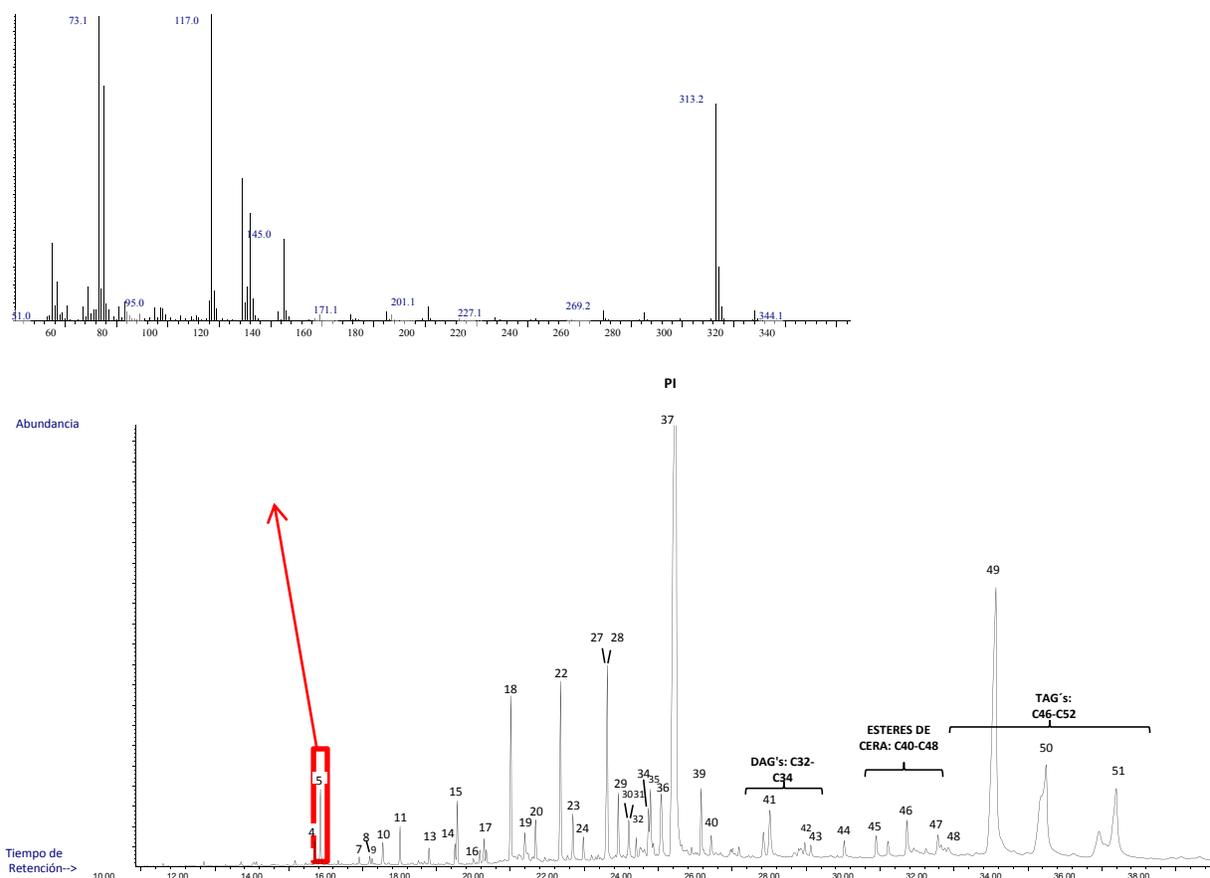


Fig. 5.17. La Figura b es el cromatograma de masas obtenido para una de las piezas (AY-H10-208) que documenta grasa de origen animal; la Figura a es el espectro de masas característico para el C16:0 procedente de la degradación del contenido graso. En el Anexo VII se especifican los compuestos identificados en la muestra.

Al igual que con otro tipo de sustancias orgánicas, la documentación de las grasas animales en el registro arqueológico dista bastante de la sustancia original. La degradación a la que se ven sometidas provoca que las identifiquemos a partir de compuestos degradados. En este sentido, la presencia de esteroides, como el colesterol o

el colestanol, o de los triacilglicéridos degradados son dos de los principales indicadores químicos del contenido graso de los recipientes del pasado.

Sin embargo, el colesterol tan sólo permite documentar la presencia de grasa animal sin que se pueda conocer la especie de la que procede. No ocurre así con los triacilglicéridos, principales indicadores a la hora de caracterizar tipos de grasas animales, pero que por otro lado, en contextos arqueológicos están sometidos a diferentes procesos de degradación como la hidrólisis, oxidación, polimerización y/o degradación microbiana (ver capítulo 4), que suponen su conservación en forma de diacilgliceridos (DAG's), monoacilgliceroles (MAG's) o/y ácidos grasos libres, lo que dificulta la determinación del producto originario (Evershed 1993; Regert 2011).

En nuestro objeto de estudio, los recipientes argáricos, en la mayoría de los casos las grasas que contuvieron se degradaron dando lugar a ácidos grasos libres. Los ácidos grasos de cadena larga (C₁₄-C₁₈), sobre todo el C_{16:0} y C_{18:0}, son los compuestos que aparecen con mayor frecuencia entre las muestras argáricas y, en general, en los contextos arqueológicos, lo que se explica por su elevada recurrencia en la composición de los triacilglicéridos (Evershed et al. 1997c; Regert 2011). Será, por tanto, a partir de estos ácidos grasos degradados que se deberá hacer un recorrido inverso para poder reconocer el tipo de grasa animal o vegetal del que derivaron.

Por otro lado, en la mayoría de los casos sólo con la presencia de los ácidos grasos degradados no es posible identificar la sustancia que contenía la pieza. La situación se complica más si junto a la grasa animal aparecen otras sustancias como, por ejemplo, cera de abeja, cuya degradación y ruptura del enlace éster provoca la aparición de C_{16:0} (Regert et al. 2001), compuesto que puede confundirse con el C_{16:0} procedente de la degradación de la grasa animal.

En definitiva, sin la presencia de biomarcadores específicos, caracterizar el origen de la grasa o aceite de la que derivan estos ácidos grasos es una tarea muy compleja que, en la mayoría de los casos, supone recurrir a otras herramientas de trabajo como el análisis isotópico.

En el mejor de los casos, en los que aún conservamos los triacilglicéridos degradados de las sustancias originales, las posibilidades interpretativas aumentan exponencialmente, no sólo porque su documentación plantea la presencia de grasa

animal, sino porque se puede realizar una aproximación sobre la especie de la que proceden. En este sentido, la realización de estudios experimentales sobre distintas especies animales han definido la distribución característica de los triacilglicéridos para las especies rumiantes, no rumiantes, así como para las grasas derivadas de productos lácteos (Dudd y Evershed 1998; Regert 2011).

En suma, los triacilglicéridos procedentes de especies no rumiantes (suidos) presentan una preferencia del C16:0 en la posición 2 de la molécula y una distribución de los compuestos con número de carbonos comprendida entre C44-C54. Las grasas procedentes de la leche presentan compuestos con una distribución de carbonos comprendida entre C40-C54 que originalmente presentaría ácidos grasos de cadena más corta, pero que no se suelen conservar en muestras arqueológicas por efecto de la degradación por hidrólisis. Por su parte, los triacilglicéridos asociados a animales rumiantes presentan compuestos con una distribución de carbonos comprendida entre C44-C54 para los ovicápridos y C42-C54 para los bóvidos.

De este modo, si analizamos la serie de triacilglicéridos que se conservan en las muestras arqueológicas y buscamos una correspondencia con alguno de estos modelos podemos hacer una aproximación al tipo de grasa animal.

Una segunda posibilidad interpretativa que ofrece la conservación de estas moléculas la recoge S. Mirabau en su tesis doctoral (Mirabaud 2007). A partir de la distribución de los triacilglicéridos en las muestras que analiza, el autor definió dos parámetros que muestran una relación probada y diferencial en función del tipo de grasa de la que proceden: se trata del cálculo del promedio del número de carbonos (M) presentes en los triacilglicéridos y su factor de dispersión (DF) (Fig. 5.19).

Sin embargo, ¿qué ocurre si los recipientes analizados no conservan triacilglicéridos?, ¿cómo podemos probar la presencia del contenido animal? Ambas preguntas se nos han planteado en el transcurso de esta investigación donde tan sólo un 24% de los recipientes con grasa animal atestiguaba la presencia de triacilglicéridos. El resto de recipientes conservan ácidos grasos degradados como principal elemento diagnóstico de su origen animal; en estos casos, también existen algunos estudios que atestiguan una conexión entre el tipo de grasa de procedencia y el producto degradado. El ejemplo más claro es el de la grasas procedentes de la leche cuya degradación provoca la aparición de ácidos

grasos de cadena corta, generalmente con número par de carbonos (C₄-C₁₄) (Evershed et al. 1992; Dudd y Evershed 1998; Evershed et al. 2001; Evershed et al. 2002b; Steele 2008). Sin embargo, la oxidación de los ácidos grasos insaturados como el C_{18:1} puede provocar también la formación de ácidos grasos de cadena corta como el C_{8:0} o C_{7:0}, siendo el C_{9:0} el más abundante, lo que nos lleva a ser escépticos a la hora de realizar una interpretación arqueológica a partir de estas moléculas (Mills y White 1987; Steele 2008).

Además, si tenemos en cuenta que la contaminación puede ser otro de los factores desencadenantes de la presencia de ácidos grasos libres, la lectura arqueológica vuelve a quedar comprometida. En concreto, la migración de los ácidos grasos puede producirse durante la etapa de abandono como consecuencia de la actividad microbiana, o ya en el momento actual, como consecuencia de la manipulación incorrecta de la pieza en la etapa de muestreo o/y análisis (Mills y White 1987; Steele 2008) (ver capítulo 4). Si bien, la caracterización de los ácidos grasos de origen actual se ha analizado en el apartado a) de este capítulo. A continuación, sólo nos ocuparemos de analizar aquellas muestras que presentan ácidos grasos de procedencia argárica probada y sin signos de contaminación detectados.

Volviendo al papel interpretativo de los triacilglicéridos y de los compuestos resultantes de su degradación se propone a continuación en la Tabla 5.14 la síntesis de los elementos diagnósticos de los principales tipos de grasa animal.

Esta tabla se utilizará para caracterizar el contenido graso de los recipientes argáricos si bien, como se verá en la evaluación de los resultados, sólo en aquellos casos en los que exista una confluencia de elementos característicos a un tipo concreto de grasa animal se podrá hacer una lectura segura del contenido. No siempre será posible definir el contenido lipídico a partir de estos parámetros y habrá que recurrir a otras herramientas como el análisis isotópico por GC-C-IRMS³²³.

Los compuestos característicos a cada tipo de grasa animal se han agrupado en tres grandes grupos: biomarcadores de grasas rumiantes, no rumiantes y productos lácteos (Tabla 5.14). En cada grupo se evaluó la presencia de los triacilglicéridos degradados y otros compuestos como los ácidos grasos libres, sobre los que se evaluó la relación entre

³²³ La caracterización del contenido animal a partir del análisis isotópico realizado en esta investigación se detalla en el siguiente apartado del presente estudio.

el C18:0/C16:0³²⁴, y la presencia de otros ácidos grasos que se asociaban a un tipo concreto de grasa, como ocurre entre los ácidos grasos de cadena corta (C₄-C₁₄) y su documentación en las grasas de la leche. Además, se analizó la presencia del colesterol y se definió una columna que conectaba la información del análisis molecular por GC/MS con los resultados isotópicos por GC-C-IRMS, expresados en el valor $\Delta^{13}\text{C}$ y del $\delta^{13}\text{C}$ (ver *infra*). La evaluación de estos parámetros se recoge en la Tabla 5.14 y fue efectiva para las 25 muestras argáricas con contenido graso animal.

La interpretación de los indicadores químicos varió sustancialmente entre aquellos recipientes que conservan parte de los triacilglicéridos y los que sólo documentan ácidos grasos degradados, para los que se nos plantean los mayores retos interpretativos.

Como era de esperar, la conservación de los triacilglicéridos es minoritaria en las muestras argáricas. De las 25 muestras, es efectiva para un 52%, de las cuales tan sólo en 6 recipientes se conserva una distribución de triacilglicéridos suficientemente significativa como para proponer una interpretación en función de su distribución y analogía con los triacilglicéridos definidos para especies actuales (Fig. 5.20).

En este sentido, la evaluación de los parámetros que Mirabaud (Mirabaud 2007) definió en los triacilglicéridos para discernir el tipo de grasa animal (ver *supra*) fue posible sobre estos 6 recipientes (Fig. 5.19). En la siguiente figura se representa la relación que ambos factores han ofrecido para las muestras argáricas. Si los comparamos con los publicados por el autor, no se documenta una relación significativa entre la muestras argáricas y los valores establecidos para las grasas adiposas y grasas de productos lácteos.

³²⁴ Ya se ha referido la destacada presencia de ambos ácidos grasos en los residuos orgánicos y su probada relación a partir del origen animal del que procedan (Skibo 1992; Evershed et al. 1997a; Regert 2011).

Código muestra	Biomarcadores Grasas no ruminantes				Biomarcadores Grasas ruminantes				Biomarcadores Grasas productos lácteos				Interpretación contenido grasa animal					
	Esteres C16:0/C18:0	Relación C18:1/C18:0	Ácidos grasos insaturados	Triacilglicéridos	Δ13C C16:0/C18:0 (‰)	Relación C18:0/C16:0	Ácidos grasos insaturados	Ácidos grasos ramificados	Triacilglicéridos	Δ13C (‰)	Relación C18:0/C16:0	ácidos grasos insaturados	Ácidos grasos ramificados	Ácidos grasos cadena corta	Triacilglicéridos	Δ13C (‰)	Caracterización ón IRMS	Caracterización Global
39	Coletel	C16:0/C18:0	C18:1 (n-7)	T4, T5 (es:22:7 T4), T6 T5)	C18:0/C16:0 (6:9, 11, 13, 14, 15 y 16)/C18:1	C18:1 isómeros (6:9, 11, 13, 14, 15 y 16)/C18:1	C17:0 y C17:1 (n-7) (presente)	T4, T5 (olefina: T4), T5 (olefina)	-3,2‰	C18:0/C16:0	C18:1 isómeros (6:9, 11, 13, 14, 15 y 16)/C18:1	C17:0 y C17:1 (n-7) (presente)	C16:0	T4, T5 (abundancia T5/ T4)	2-3,3‰		Ruminante	Grasa ruminante
44	X	X	X				X		X			X					Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
45	X																	Mezcla ruminante/ ruminante
46	X	X	X				X		X			X	X				Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
47					X					X			X					Mezcla ruminante/ ruminante
48	X	X	X				X					X						Grasa animal indeterminada
49	X	X					X					X	X				No ruminante	Grasa no ruminante
50	X	X	X				X						X				Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
51	X	X											X		X		Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
52		X					X					X	X				Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
53	X	X		X									X				Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
54	X					X				X							No detectado	Grasa animal indeterminada
55	X	X	X				X					X	X				No ruminante	Grasa no ruminante
56	X		X				X					X	X				Mezcla grasas ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
66	X	X					X					X	X				No ruminante	Grasa no ruminante
71	X	X	X				X										Mezcla ruminante/ ruminante	Mezcla ruminante/ ruminante
BR14		X	X															Grasa animal
BR17		X																Grasa animal
BR12		X																Grasa animal
BR13		X																Grasa animal
BR13		X																Grasa animal
BR13		X																Grasa animal
EM109		X	X				X											No detectado
EM103		X	X				X											Grasa animal
EM105		X							X									Mezcla grasas ruminante y indeterminada
EM106		X				X			X									Grasa ruminante

Tabla 5.14. Caracterización de las muestras argácicas con presencia de grasa animal y evaluación de los principales criterios utilizados para discernir el tipo de grasa de la que proceden.

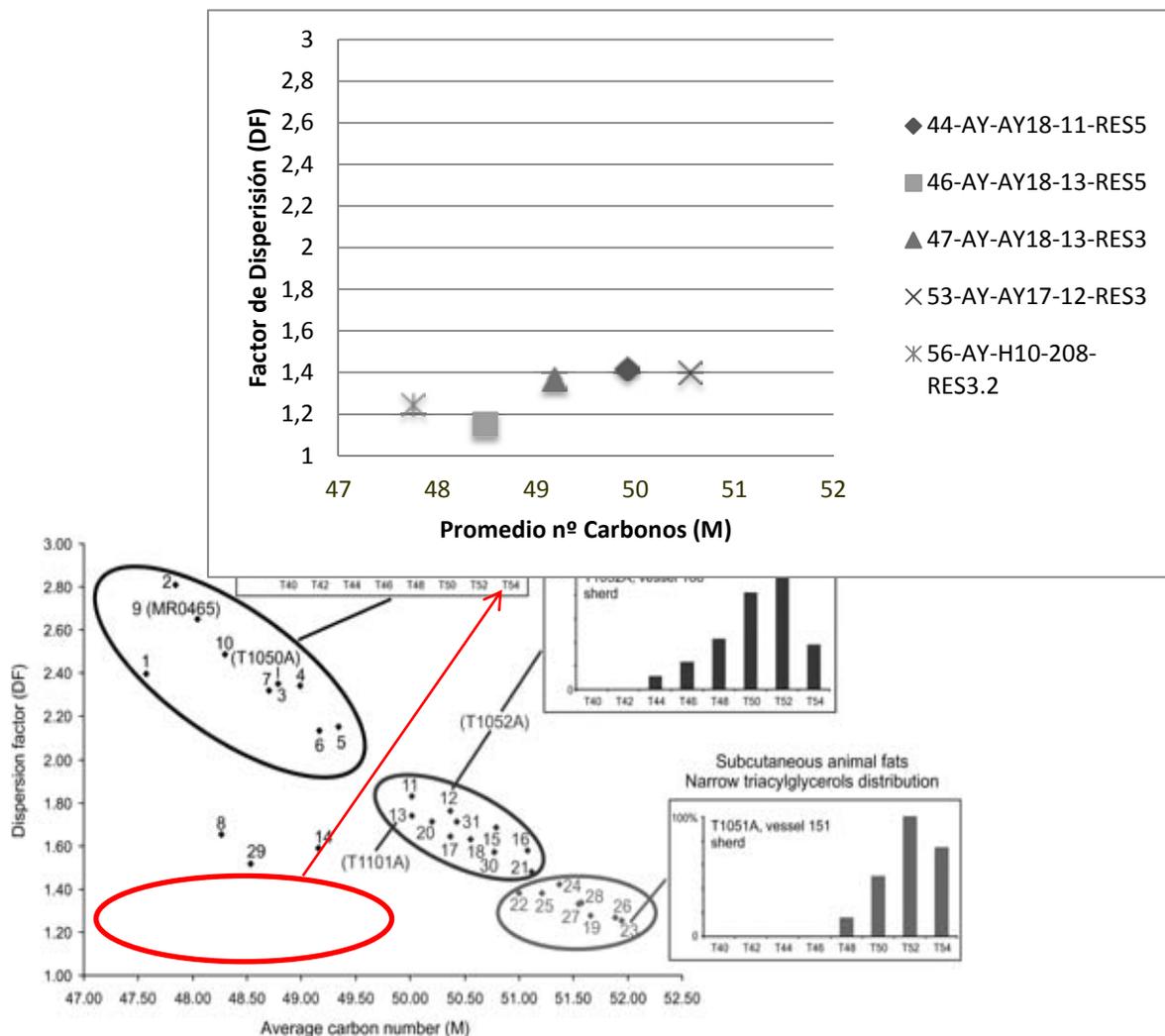


Fig. 5.18. Clasificación de las muestras argáicas a partir de la relación entre los valores M (promedio nº carbonos) y DF (factor de dispersión) definidos en el trabajo de Mirabaud (Mirabaud 2007). La representación de las piezas argáicas en la propuesta del autor se señala en rojo e ilustra claramente la falta de correspondencia entre los valores argáicos y los definidos como significativos por el investigador para los diferentes tipos de grasa.

Sin embargo, el análisis de la distribución y porcentaje de los triacilglicéridos y su comparación con los valores obtenidos para especies actuales sí que permitió arrojar algo de luz sobre su origen (Fig. 5.20). En concreto, se definió una presencia y abundancia característica para las grasas de especies no rumiantes en la muestra 53 que, como se observa en la Figura 5.20, conserva compuestos con distribución de los carbonos

comprendida entre C₄₄-C₅₄ (Regert 2011), con una escasa presencia de los triacilglicéridos que poseen un número de carbonos de C₄₄, C₄₆ y C₅₄. Parámetros característicos a las grasas no rumiantes (Regert 2011) y que, junto a la caracterización del resto de lípidos degradados Tabla 5.14, confirmó la presencia de grasa no rumiante en la pieza.

La lectura isotópica de esta muestra (Fig. 5.22 y Fig. 5.23) aportó más información sobre el tipo de grasa conservada en su interior. En concreto, el análisis isotópico no desmintió la presencia de grasa no rumiante, pero ofrecía un valor para el $\delta^{13}\text{C}$ que atestiguaba la mezcla de grasa rumiante y no rumiante siendo mayoritaria la presencia de esta última, lo que completó la caracterización del contenido graso de esta pieza.

La evaluación de las otras 5 muestras con presencia de triacilglicéridos (Fig. 5.20) no definió ninguna relación clara con los valores de referencia para los diferentes tipos de grasa. La lectura de su contenido se realizó a partir de la interpretación del resto de parámetros (Tabla 5.14). Se trata de las muestras 44, 46, 47, 56 y 72 que, tanto por la distribución como por la abundancia de los triacilglicéridos, sólo se pudo concluir que no presentaban grasa de origen lácteo. Si nos remitimos a la información isotópica (Fig. 5.22 y Fig. 5.23), disponemos de valores para tres de estas piezas: 44, 46, y 56. A partir del valor $\delta^{13}\text{C}$ se constata la mezcla de grasas de origen rumiante y no rumiante en las tres muestras, lo que podría explicar la falta de correspondencia entre los histogramas obtenidos para los triacilglicéridos de estas tres piezas (Fig. 5.20) y los publicados para los distintos tipos de grasa animal (Regert 2011).

Destaca la similitud entre los resultados de las muestras 56 y 71 (Fig. 5.20) que, al proceder de distintas zonas del mismo recipiente, conservan una proporción similar de triacilglicéridos.

Por su parte, las piezas AY-A18-11 y AY-A18-13 también permitieron evaluar la distribución de los triacilglicéridos (Fig. 5.20) y realizar el análisis (Fig. 5.22 y Fig. 5.23). Ambas son F5 recuperadas del ajuar interno de la tumba AY18 de La Almoloya y conservaban residuo adherido en su interior (muestras 44 y 46) que se analizó junto a las muestras tomadas de la pared cerámica (muestras 45 y 46). La conservación de los compuestos orgánicos en las muestras cerámicas resultó deficitario en relación a los obtenidos para las muestras de residuo orgánico (Anexo VII y VIII), lo que motivó la

realización del análisis isotópico exclusivamente sobre las muestras de residuo orgánico (44 y 46). Sin embargo, en la Tabla 5.14 la caracterización global del contenido se reproduce de igual manera para las muestras de residuo que para las del fragmento asociado, ya que en ambos casos procedían del mismo contenedor.

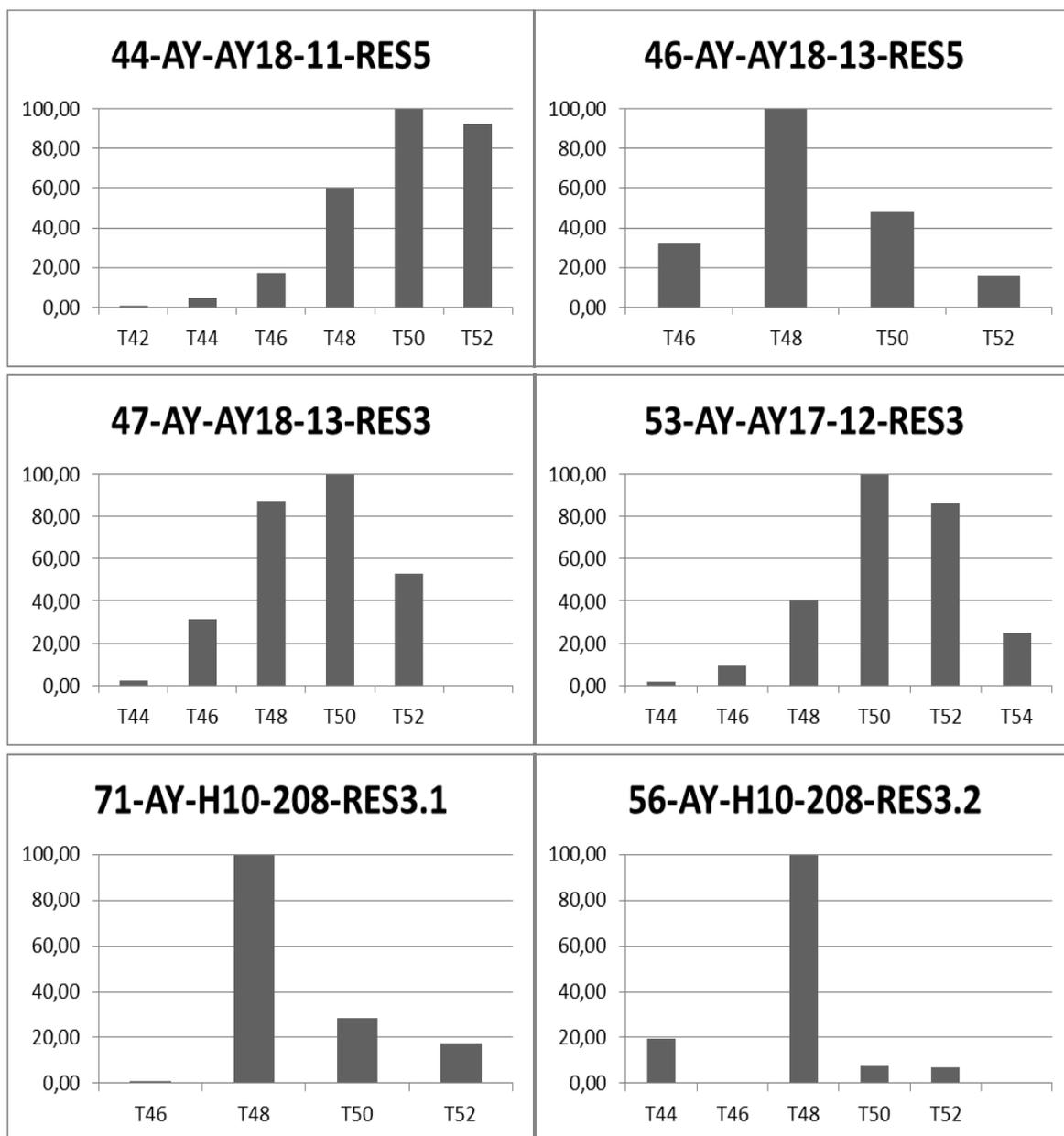


Fig. 5.19. Distribución y abundancia de los triacilglicéridos documentados en los recipientes argáricos.

Como acabamos de observar, pese a las posibilidades interpretativas de los triacilglicéridos (Mirabaud 2007; Regert 2011), en el caso de los recipientes argáricos la conservación de estos compuestos fue más un elemento para atestiguar la presencia de grasa animal que una herramienta capaz de determinar la especie de la que procedían³²⁷.

La conservación de los triacilglicéridos y sus posibilidades interpretativas están determinadas por las condiciones de conservación que experimentan. En este sentido, si nos remitimos al contexto del que proceden llama la atención que el total de muestras con triacilglicéridos se recuperó en La Almoloya. El buen estado de conservación que atestiguan se explica principalmente por tres factores:

1. Optimización de las condiciones de muestreo de los recipientes analizados. Frente a las muestras tomadas para otros yacimientos como Gatas o La Bastida, en el caso de La Almoloya el muestreo siguió el protocolo optimizado en la presente investigación (ver capítulo 4) y en un periodo inferior a un mes desde la fase de excavación, lo que redujo las posibilidades de degradación y/o contaminación de los residuos orgánicos.

2. Protocolo de muestreo y análisis aplicado en la última etapa de la investigación. La experiencia generada en las etapas anteriores (Universidad de Bradford y laboratorio del SAQ) generó un saber analítico que optimizó el muestreo y análisis de la última fase.

3. Las condiciones edafológicas del yacimiento parecen propiciar un mejor grado de conservación para el contenido orgánico, como también se atestigua en la conservación de los restos óseos frente a otros yacimientos como La Bastida³²⁸.

La conservación de los triacilglicéridos también fue efectiva para otras 7 muestras: 45, 48, 50, 52, 55 y 66, que, sin embargo, sólo conservaron trazas de estos compuestos sin posibilidad de evaluar el tipo de grasa de la que proceden. Tanto para estas 7 muestras como para el resto de piezas argáricas habrá que recurrir a otras herramientas interpretativas. Los elementos que llevaron a considerar la presencia de grasa animal en estas piezas se recogen en la Tabla 5.14 y responden a la confluencia de diferentes elementos característicos a las grasas animales que ya se han referido.

³²⁷ La identificación de triacilglicéridos en piezas argáricas no fue una herramienta aislada para determinar el tipo de grasa detectado, sino que se combinó con el análisis isotópico, salvo en el caso de la pieza AY-AY17-12 (muestra 53) que ofrece una distribución de triacilglicéridos característico a las grasas no rumiantes.

³²⁸ Estos datos se basan sólo en el análisis descriptivo de los restos excavados en ambos yacimientos, que muestran a simple vista una mejor conservación para el caso de La Almoloya.

Como destaca el trabajo de Heron y Evershed (Heron y Evershed 1993) el potencial interpretativo de los ácidos grasos es limitado si se evalúan de modo aislado. Los procesos de degradación a los que están sujetos pueden modificar su estructura y adulterar de este modo su lectura originaria. Alteraciones que no afectan al valor isotópico, pero con el que no siempre podemos contar³²⁹. En el caso de los recipientes argáricos, de las 25 muestra con presencia de grasa animal sólo se pudo realizar el análisis isotópico sobre 15, de las cuales dos (54 y EMM009) ofrecieron un resultado nulo (). Como se expone en el siguiente apartado, la información obtenida por este análisis será determinante para caracterizar el contenido graso, pero ¿qué ocurre con el resto de muestras?, ¿cómo podemos interpretar la presencia de los ácidos grasos degradados si no tenemos la posibilidad de realizar el análisis isotópico?

Esta situación llevó a considerar la presencia de los ácidos grasos degradados y su posible relación con un tipo u otro de grasa como una herramienta de interpretación más, sobre todo para aquellas piezas en las que el análisis isotópico resultó inviable. En este sentido, la relación entre el C16:0/C18:0 fue el principal elemento que se evaluó en las muestras analizadas, puesto que, como ya se ha destacado (ver *supra*), la relación porcentual entre ambos lípidos varía entre grasas de origen rumiante y no rumiante.

En segundo lugar, se consideró la presencia de otros lípidos que han definido una relación significativa con otros tipos de grasa animal. Al respecto, la presencia de ácidos grasos de cadena ramificada, en un porcentaje reducido, junto a diferentes isómeros del ácido graso insaturado C18:1 son característicos de las grasas de especies ruminantes.

En la se recogen los principales ácidos grasos analizados, que también se evaluaron en aquellas muestras que habían ofrecido un resultado isotópico favorable a fin de reforzar la interpretación isotópica.

De las 25 muestras con presencia de grasa animal, en un 80% la relación entre los ácidos grasos C16:0 y C18:0 resulta favorable para el C16:0, relación característica a las grasas de origen no rumiante aunque, como se destacará más adelante, esta relación se puede reproducir en aceites vegetales. A la inversa, un 20% de las muestras documentan una mayor proporción de C18:0 frente al C16:0, relación atestiguada para grasas de origen rumiante o lácteo.

³²⁹ Se necesita una cantidad suficiente de C16:0 y C18:0 (50-100 ng) para poder asegurar su caracterización isotópica (Evershed et al. 2001, 332).

En relación a la grasas asociadas a especies rumiantes, en cuatro muestras: 39, 49, 56 y 66 se conservan además trazas de C17:0, ácido graso que junto al C15:0 se asocia a grasas de rumiantes (Evershed et al. 1997c; Evershed et al. 1999; Evershed et al. 2002a; Steele 2008). En concreto, ambos ácidos grasos se forman en el intestino de los rumiantes como resultado de la actividad bacteriana (Regert 2011, 190). La presencia en estas muestras de ambos compuestos podría ser un indicador de su origen rumiante, pero, como destaca el trabajo de Steele (Steele 2008, 208), la presencia de C17:0 en pequeñas cantidades también se documenta en aceites vegetales como el de oliva o el de sésamo, por lo que no se puede utilizar como un elemento diagnóstico de modo aislado.

Gracias al análisis isotópico se confirmó la relación entre ambos ácidos grasos (C15:0 y C17:0) y la grasas de origen rumiante para la muestra 39. No así para el resto de muestras, entre las que destacan las muestras 49 y 66 que, aunque presentaban ambos compuestos, los datos isotópicos sólo señalaron grasa de origen no rumiante (ver *infra*).

Por otro lado, aunque la conservación de ácidos grasos insaturados es mínima en muestras arqueológicas, donde la presencia de dobles enlaces en su estructura aumenta las posibilidades de degradación, existen algunas asociaciones relevantes entre los distintos tipos de grasa animal y los ácidos grasos insaturados. En concreto, la documentación aislada de C18:1 se suele asociar a la presencia de grasas de especies no rumiantes, aunque también se atestigua en productos vegetales (Mirabaud 2007; Steele 2008). Para las muestras argáricas se ha documentado su presencia en un 44% de las piezas. A la inversa, la presencia de grasas insaturadas en especies rumiantes se caracteriza por la documentación de varios isómeros de C18:1 con dobles enlaces en la posición 9, 11, 13, 14, 15 y 16 (Evershed et al. 1997c), sin que se hayan atestiguado estos compuestos entre las piezas argáricas. Por último, la presencia del C16:1 se define como un biomarcador característico de las grasas rumiantes (Mirabaud 2007) documentándose en un 44% de las muestras.

En cualquier caso, la caracterización del tipo de grasa a partir de las grasas insaturadas no es una herramienta segura. La degradación no siempre permite documentar estos

compuestos, en el caso de las piezas argáricas su presencia es minoritaria y existen muestras que ofrecen una lectura contradictoria³³⁰.

Por último, destaca la lectura que nos ofrecen los ácidos grasos de cadena corta (<C14:0). Su presencia se documenta y relaciona con grasas de origen lácteo, sobre todo de especies rumiantes, y su conservación en no rumiantes como los suidos es minoritaria (Mirabaud 2007). Sin embargo, a diferencia de los ácidos grasos de cadena larga son más susceptibles a la degradación y son muy solubles en agua, lo que dificulta su conservación en contextos arqueológicos (Evershed et al. 1992, 203-206; Evershed et al. 2001, 336; Evershed et al. 2002a, 665). En este sentido, el análisis isotópico es una excelente herramienta para atestiguar la presencia de leche y derivados cuando no se conservan estos compuestos. Sin embargo, de las 18 muestras analizadas por GC-C-IRMS no se detectó esta sustancia en ningún caso.

Si observamos la documentación de los ácidos grasos de cadena corta, como se observa en la , se documentan en 9 de las muestras analizadas por GC-C-IRMS, para las que el análisis isotópico desmintió la asociación de estos compuestos y el contenido láctico. De este modo, aunque la presencia de estos compuestos se ha utilizado en algunos estudios como argumento de peso para definir la presencia de leche (Sánchez Vizcaino, Parras y Ramos 2011), en el caso de los recipientes argáricos el análisis isotópico desmintió en todos los casos su relación con las grasas de origen lácteo y sus derivados.

En líneas generales, la lectura de los ácidos grasos degradados y su relación con uno u otro tipo de grasa animal no es un indicador determinante para precisar la especie animal. Como se observa en el análisis de los recipientes argáricos la identificación de las grasas resultó efectiva a partir de los resultados isotópicos. Como veremos para las piezas analizadas, el valor del $\delta^{13}\text{C}$ permite precisar el origen de la grasa discerniendo entre animales rumiantes, no rumiantes y productos lácteos, sin que por ello se produzca una alteración en dicho valor por procesos de degradación que, en cambio, sí afectan a los ácidos grasos degradados y compuestos que identificamos en el análisis molecular por GC/MS (ver *supra*). En este sentido, ya se ha referido la presencia en algunas de las muestras argáricas de ácidos grasos que sugieren tanto la presencia de grasas rumiantes como no rumiantes, situación que se observa en muestras como la 39 o 55 (y Fig. 5.22),

³³⁰ La presencia de los ácidos grasos C16:1, C15:0 y C17:0 en la muestra 66 podría definir la presencia de grasa rumiante si no tuviéramos en cuenta los resultados isotópicos que definen un origen no rumiante.

para las que el análisis isotópico definió la presencia concreta de un solo tipo de grasa. A la inversa, la muestra EMMo16 resultó ser la única que ofrece una lectura molecular e isotópica complementaria, atestiguando por ambas vías la presencia de grasa de origen rumiante. Destaca también el caso de la muestra 48, sobre la que no disponemos de datos isotópicos y cuya interpretación se realizó en exclusiva a partir del análisis de los indicadores lipídicos, como se observa en la , todas las evidencias atestiguan la presencia de grasa no rumiante, sin que haya ningún elemento que comprometa esta lectura.

Sin embargo, existen piezas que, pese a ofrecer resultados isotópicos, no permiten discernir el origen de los ácidos grasos, como por ejemplo en la muestra EMMo15. En esta muestra, los valores de C16:0 y C18:0 no se corresponde con ninguno de los definidos para las grasas rumiantes o no rumiantes (y Fig. 5.22).

Por otra parte, contamos con un pequeño grupo de muestras que, si bien atestiguan el contenido graso animal, no disponen de elementos para diagnosticar la especie. Se trata de las muestras: BRA14, BRA17, BRA31, BRA33, BRA39, EMMo09 y EMMo13, que además documentan cera de abeja. La presencia atestiguada de grasa animal se definió a partir de la conservación de ácidos grasos libres de cadena larga que no se asocian a la cera de abeja degradada. Sin embargo, salvo las muestras EMMo09 y EMMo13, el resto proceden de la primera etapa analítica en la que no se hizo efectivo el uso de un patrón interno y, por tanto, no se pudo evaluar la presencia de los ácidos grasos ni plantear el análisis isotópico. El contenido animal de estas piezas se definió a partir de la presencia/ausencia de los ácidos grasos degradados.

De este modo, definir la especie animal de la que proceden los ácidos grasos documentados en los recipientes argáricos, atestiguar si estamos ante un contenido graso aislado o una mezcla de grasas de diferentes especies es una tarea compleja en la que no sólo hay que analizar la distribución y presencia de los lípidos sino, además, recurrir a otros elementos diagnósticos como la presencia de biomarcadores característicos, la distribución de los triacilglicéridos y, sobre todo, el valor isotópico de los ácidos grasos. El análisis isotópico, aunque es la última herramienta analítica aplicada en esta investigación, ofrece una lectura precisa del contenido graso de los recipientes analizados. A continuación, se exponen y evalúan los resultados obtenidos en el análisis

isotópico realizado sobre 18 piezas argáricas. Los resultados favorables para 12 de estos *ítems* permitirán precisar el origen graso de la materia contenida en estos recipientes.

- ***Caracterización de los "contenidos argáricos" a partir del análisis isotópico***

El análisis isotópico se realizó en Laboratori d'Anàlisi Isotòps Estables del Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals de la UAB. La técnica utilizada fue la espectrometría de masas de relaciones isotópicas en compuestos específicos (GC-C-IRMS). Se analizaron un total de 18 muestras, que previamente habían sido analizadas por GC/MS y que presentaban la cantidad suficiente de C16:0 y C18:0 (50-100 ng) para poder asegurar su caracterización isotópica (Evershed et al. 2001, 332), sin que ninguna de ellas mostrara signos de contaminación que pudieran adulterar los resultados.

Como ya se ha referido (ver capítulo 4), la caracterización de los residuos orgánicos a partir de la medida del valor de $\delta^{13}\text{C}$ (relación entre la abundancia de los isótopos ^{13}C y ^{12}C) en el C16:0 y el C18:0 permite discernir el tipo de grasa del que proceden. Ambos son los ácidos grasos más comunes entre los animales y se biosintetizan de manera diferente en función de la dieta y de la ruta metabólica que siguen en el organismo y que es característica de cada especie, ya que el metabolismo lipídico de los rumiantes es muy distinto al de los monogástricos³³¹. Esta diferenciación provoca un fraccionamiento desigual de los isótopos estables del carbono que se expresan en dicho valor $\delta^{13}\text{C}$. De este modo, si disponemos de la cantidad suficiente de C16:0 y C18:0 y calculamos su valor isotópico, podemos diferenciar si estamos ante grasas de animales rumiantes o no rumiantes, grasas procedentes de la leche o del tejido adiposo del animal (Evershed et al. 1997c; Regert et al. 2001; Evershed et al. 2002a; Steele 2008; Martínez Marin et al. 2010; Craig et al. 2013). Además, a diferencia de la caracterización molecular por GC/MS, donde se cuantifican las abundancias relativas de los lípidos, el valor isotópico no se ve alterado por los procesos de degradación que afectan a la materia orgánica en los contextos

³³¹ El valor de $\delta^{13}\text{C}$ en el C16:0 y el C18:0 difiere entre las especies rumiantes y no rumiantes como consecuencia de la ruta metabólica que siguen ambos lípidos. En los animales no rumiantes (monogástricos) el C18:0 aparece enriquecido en ^{13}C sobre el C16:0, situación que se produce a la inversa en los animales rumiantes, donde el C18:0 contiene menos ^{13}C que el C16:0. Esta situación se define isotópicamente como "agotamiento" y se refleja en el valor $\delta^{13}\text{C}$. Las diferencias de este valor en las grasas de la leche respecto a las rumiantes son incluso más pronunciadas, ya que presentan un agotamiento del ^{13}C en el C18:0 entre 3-5 ‰ (Craig 2001, 100; Mirabaud 2007, 89-90).

³³¹ Ya se ha referido la destacada presencia de ambos ácidos grasos en los residuos orgánicos y su probada relación a partir del origen animal del que procedan (Skibo 1992; Evershed et al. 1997c; Regert 2011)

arqueológicos y que provoca la degradación de los ácidos grasos característicos a cada materia orgánica³³².

Conforme a este principio analítico, se seleccionaron y analizaron 18 muestras recogidas en la Tabla 5.15. Todos los resultados presentan un margen de error de + 0,3‰.

Código Laboratorio	Nº Inventario muestra	$\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)
49	AY-H9-64-RES ₃	-26,0	-24,5	1,5
50	AY-AY ₃ -19-RES ₃	-27,2	-26,7	0,5
55	AY-H10-300-RES ₃	-27,0	-25,6	1,4
56	AY-H10-208-RES _{3.2}	-27,6	-26,9	0,8
66	AY-H11-92-RES _{3.1}	-25,6	-25,0	0,6
44	AY-AY ₁₈ -11-RES ₅	-27,6	-28,5	-0,9
46	AY-AY ₁₈ -13-RES ₅	-27,5	-30,1	-2,6
31	BA-H ₃ -75-RES ₃	-27,0	-27,9	-0,9
39	BA-BA ₄₀ -9-RES _{3.2}	-28,2	-29,7	-1,5
52	AY-H ₁₁ -87-RES ₄	-27,6	-27,2	0,4
53	AY-AY ₁₇ -12-RES ₃	-28,4	-28,6	-0,2
28	BAR_H76_1_F3_RES ₃	-25,2	n.d.	—
40	BA-H ₉ -50.5-RES ₄	n.d.	n.d.	—
51	AY-AY ₁₁ -15-RES ₃	-27,4	-30,7	-3,3
54	AY-H ₁₀ -301-F ₃ -Res _{3.1}	n.d.	n.d.	—
EMM009	BA-H ₅₉ -35-RES ₃	-24,4	n.d.	—
EMM015	BA-BA ₆₀ -27-RES _{3.2}	-24,7	-26,7	-2,0
EMM016	BA-H ₃ -78-RES _{4.1}	-29,0	-30,3	-1,3

Tabla 5.15. Síntesis de los resultados obtenidos en el análisis por GC-C-IRMS.

La selección de las muestras se realizó principalmente a partir de las posibilidades analíticas que ofrecían las piezas analizadas previamente por GC/MS, que se tradujo en la identificación de los ácidos grasos C_{16:0} y C_{18:0} y en su cuantificación dentro de los parámetros que asegurarán su caracterización isotópica (ver *supra*), situación que justifica la desigual representación de los yacimientos entre las muestras analizadas: frente a las 7

³³² En el capítulo 4 ya se han referido los principales procesos de degradación a los que se ve sometido el contenido orgánico durante la fase de abandono siendo la oxidación, hidrólisis y/o actividad microbiana los principales agentes de degradación.

muestras procedentes de La Bastida se analizaron un total de 11 piezas de La Almoloya³³³. En cuanto a la materialidad, salvo la muestra 31 procedente de un instrumento lítico, el total de las muestras proceden de recipientes argáricos.

La identificación del tipo de grasa animal a partir del valor $\delta^{13}\text{C}$ se realizó por comparación entre los resultados obtenidos para las piezas argáricas y los publicados para las colecciones de referencia obtenidas a partir del análisis de animales contemporáneos y publicados en diferentes trabajos (Dudd, Evershed y Gibson 1999; Evershed et al. 2002b; Copley et al. 2003; Craig et al. 2007; Outram et al., 2009; Regert, 2011; Steele, 2008). Los resultados se suelen representar en regiones o elipses que representan la zona de mayor probabilidad para cada tipo de grasa animal, zonas calculadas a partir del valor del $\delta^{13}\text{C}$ de los diferentes tipos de grasas. El gráfico de la Fig. 5.20 reúne las principales propuestas publicadas sobre la lectura del valor del $\delta^{13}\text{C}$ y las zonas de mayor probabilidad definidas para los principales tipos de grasa animal. Se ha representado en elipses de diferentes colores las diferentes propuestas incluidas en el gráfico, a partir de las cuales se han expuesto e interpretado los resultados argáricos.

Los resultados muestran un rango del valor $\delta^{13}\text{C}$ para C16:0 entre -28,9‰ y -24,4‰ y para C18:0 entre -30,7‰ y -24,5‰, valores que han evidenciado la presencia de grasas de animal rumiante y no rumiante, además de un conjunto de muestras con evidencias de ambas sustancias.

De las 18 piezas analizadas, contamos con cuatro muestras que ofrecen un resultado incompleto o nulo. La caracterización isotópica de las muestras 40 y 54 resultó inviable al no detectarse ninguno de los dos ácidos grasos³³⁴, situación expresada con el código n.d. (no detectado). Por su parte, las muestras 28 y EMM009 sólo ofrecieron el valor isotópico para el C16:0, presentando de este modo una lectura incompleta de los resultados (ver *infra*).

³³³ Las condiciones de conservación difieren sustantivamente entre las muestras procedentes de La Almoloya y La Bastida. Destaca el grado de conservación de las piezas de La Almoloya, como se refleja en la conservación de triacilglicéridos en un 68% del total de piezas de este yacimiento.

³³⁴ El análisis molecular por GC/MS había registrado en estas muestras los ácidos grasos C16:0 y C18:0. Sin embargo, el posterior análisis por GC-C-IRMS no identificó ninguno de estos compuestos que posiblemente sufrieron algún episodio de degradación medioambiental y/o microbiana en el periodo inmediatamente anterior al análisis isotópico.

A grandes rasgos, los resultados del valor $\delta^{13}\text{C}$ (Fig. 5.20) evidencian la ausencia de grasas asociadas inequívocamente a la leche. En relación a la identificación de grasas de especies rumiantes, la presencia es evidente para las muestras EMMo16 y en menor medida 39 (ver *infra*). En el otro extremo, contamos con tres muestras que documentan contenido graso de especies no rumiantes: 49, 66 y 55. El resto de muestras analizadas ofrecen un valor $\delta^{13}\text{C}$ intermedio entre los característicos para las grasas de origen rumiante y no rumiante, lo que se traduce en la mezcla de ambas sustancias en el contexto de análisis.

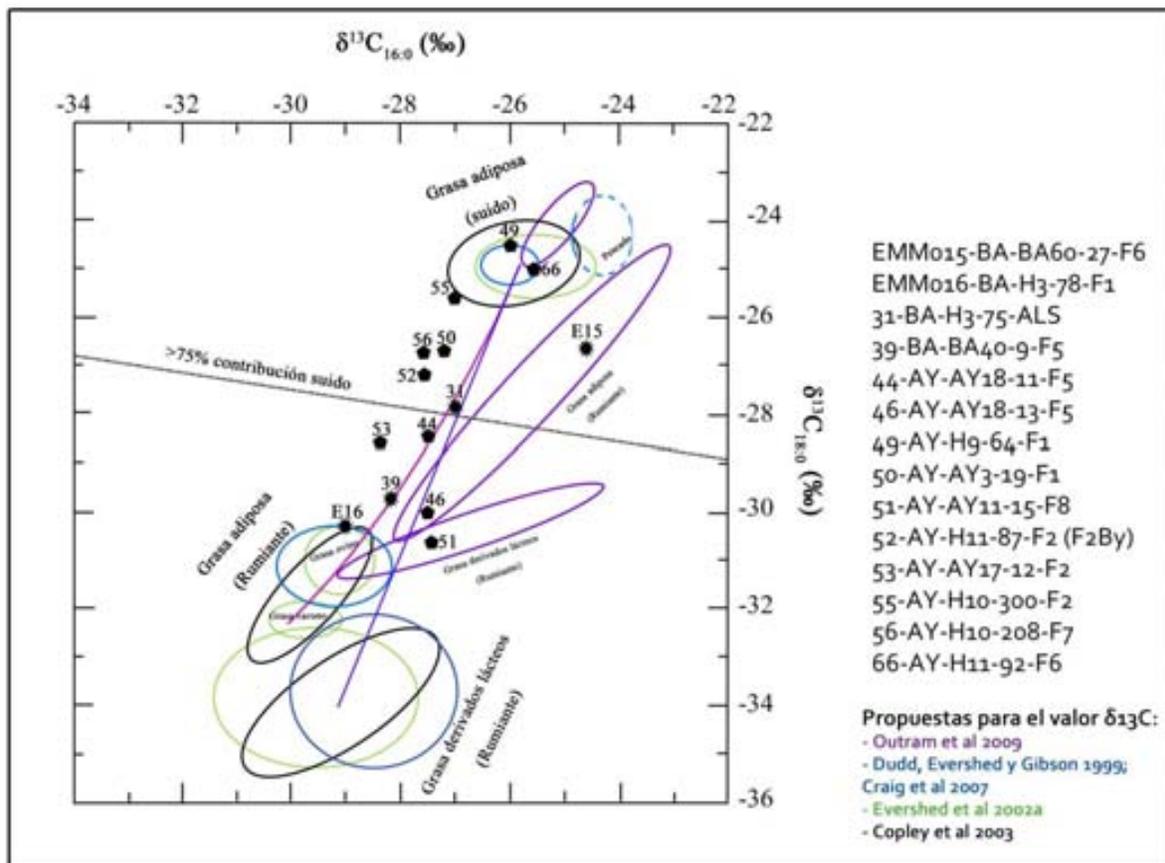


Fig. 5.20. Resultados isotópicos de las piezas argáricas a partir de los principales estudios que proponen elipses de probabilidad del valor $\delta^{13}\text{C}$ para los tipos de grasas (Dudd, Evershed y Gibson 1999; Evershed et al 2002b; Copley et al. 2003; Craig et al. 2007; Outram et al. 2009). Línea violeta: representación de la curva calculada por R. Evershed et al. 2002b para ilustrar el valor de $\delta^{13}\text{C}$ de la mezcla de grasa bovina y porcina. La línea azul representa el valor del $\delta^{13}\text{C}$ que se obtendría para la mezcla de grasa porcina y grasa de leche bovina. Para diferenciar las muestras de ambos yacimientos se utilizaron dos tipos de iconos: pentágonos para las de La Almoloya y estrellas para las de La Bastida.

En este sentido, el conjunto de muestras que se encuentran entre los valores definidos para las grasas de origen no rumiante y rumiante son las muestras 31, 44, 46, 50, 52, 53 y 56. A partir de la propuesta definida por el equipo de Evershed (Evershed et al. 2002b, 78, Fig.6) se calculó el valor del $\delta^{13}\text{C}$ que podría obtenerse al analizar un recipiente que hubiera contenido grasa de distintos orígenes. Cálculos que resultaron en la definición de tres líneas que ilustraban el valor del $\delta^{13}\text{C}$ según la mezcla de grasa a la que respondían. En la Figura 6 de dicho trabajo se ilustran estas tres posibilidades: mezcla de grasa de origen ovino y porcino, mezcla de grasa de origen bovino y porcino y, por último, mezcla de leche de origen bovino y grasa porcina. En la Fig. 5.20 se representan las dos líneas que se aproximan a alguna de las muestras argáricas. Al evaluar los resultados obtenidos para estas 7 muestras argáricas y compararlas con la propuesta del equipo de Evershed, queda clara la mezcla de grasa de origen rumiante y no rumiante en estos 7 recipientes. Si bien, la proximidad de la muestra 46 a la línea que define la mezcla de grasa no rumiante y grasas de la leche llevó a evaluar su presencia en esta muestra (ver *infra*). A su vez, la muestra 44 se aproxima a la mezcla de grasa de origen bovino y porcino y la muestra 31 se aproxima a ambas posibles mezclas de grasas. El resto de muestras (50, 52, 53 y 56) no se aproximan lo suficiente a ninguna de las líneas como para precisar más el tipo de mezcla de grasa contenida, más allá de la mezcla de grasa rumiante y no rumiante (Fig. 5.20).

Existen varios casos que no ofrecen un valor característico a un tipo u otro de grasas, como ocurre para las muestras EMM015 y 51, alejadas de las regiones definidas para los principales tipos de grasas, lo que dificulta su interpretación. Sin embargo, según la propuesta de (Outram et al. 2009), en color violeta en la gráfica (Fig. 5.20), ambas muestras ofrecen un valor que se asemeja a los definidos para las grasas derivadas de la leche en el caso de la muestra 51 y de las grasas rumiantes para la pieza EMM015.

El debate que despertó este tipo de muestras y las diferentes lecturas que se generaban en torno a ellas según los diferentes estudios analizados (Fig. 5.20), fue la principal razón que motivó el análisis comparativo de los estudios publicados al respecto. Como se observa en la Fig. 5.20, si comparamos las diferentes propuestas representadas, salvo el estudio de Outram y otros (Outram et al. 2009), el resto de investigaciones coinciden bastante entre sí.

Por otro lado, existen estudios que, como el de Evershed (Evershed et al. 2002b) o Craig (Craig et al. 2007), consiguen precisar el valor de $\delta^{13}\text{C}$ sobre especies animales más concretas, como puede ser la grasa procedente de tejido adiposo de ganado vacuno u ovino (Evershed et al. 2002a, 75), o el valor obtenido para el pescado (Craig et al. 2007).

Si evaluamos el global de las muestras al amparo de esta gráfica (Fig. 5.20), que sintetiza las principales lecturas del valor $\delta^{13}\text{C}$, la lectura isotópica de la mayoría de muestras encajan dentro de las tendencias compartidas por la mayor parte de los estudios, salvo el de Outram et al. (2009), en función del cual los resultados de las muestras 51, 46 y EMM015 ofrecerían una lectura distinta. Se ha creído conveniente reevaluar los resultados obtenidos por diferentes propuestas ante al gran número de muestras que parecían presentar una mezcla de grasas de origen rumiante y no rumiante.

Con el objetivo de aclarar la posible asociación de este tipo de muestras a un tipo de grasa u otro y reforzar la lectura del cómputo total de muestras, se propuso una nueva gráfica que presenta las zonas de probabilidad definidas para los distintos tipos de grasas y que son coincidentes. En este sentido, se ha excluido la propuesta de Outram et al. 2009 por ofrecer valores que se alejan del resto de trabajos. (Dudd, Evershed y Gibson 1999; Evershed et al 2002b; Copley et al. 2003; Craig et al. 2007). De este modo, en la referencia propuesta a continuación () se plantean nuevas zonas de probabilidad propuestas a partir del valor $\delta^{13}\text{C}$ que es común en estos trabajos para los distintos tipos de grasa. Esta propuesta ha permitido perfilar la región de mayor probabilidad para cada tipo de grasa a partir de la delimitación de la zona de coincidencia del valor $\delta^{13}\text{C}$ entre todos los trabajos propuestos, regiones representadas en la gráfica en color más intenso.

Como observamos en la , se reafirma la presencia de grasa no rumiante para las muestras 55, 49 y 66, destacando para estas dos últimas la coincidencia del valor $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0 y C18:0 y el definido para las grasas no rumiantes de la mayoría de estudios al respecto. En el otro extremo la presencia de grasas de especies rumiantes es clara para la muestra EM016 y en menor medida para la 39.

El resto de piezas siguen presentando mezcla de grasas de ambos orígenes (rumiante y no rumiante), salvo el caso de la muestra EM015 que, como ya se ha referido, no presentan valores afines a ningún tipo de grasa conocida.

Otro modo de evaluar y leer los valores isotópicos del C16:0 y C18:0 es a partir de la relación isotópica del ^{13}C , expresada como $\Delta^{13}\text{C}$ y cuyo cálculo se define como sigue: $\Delta^{13}\text{C} = \delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$, frente al valor del $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (Fig. 5.22).

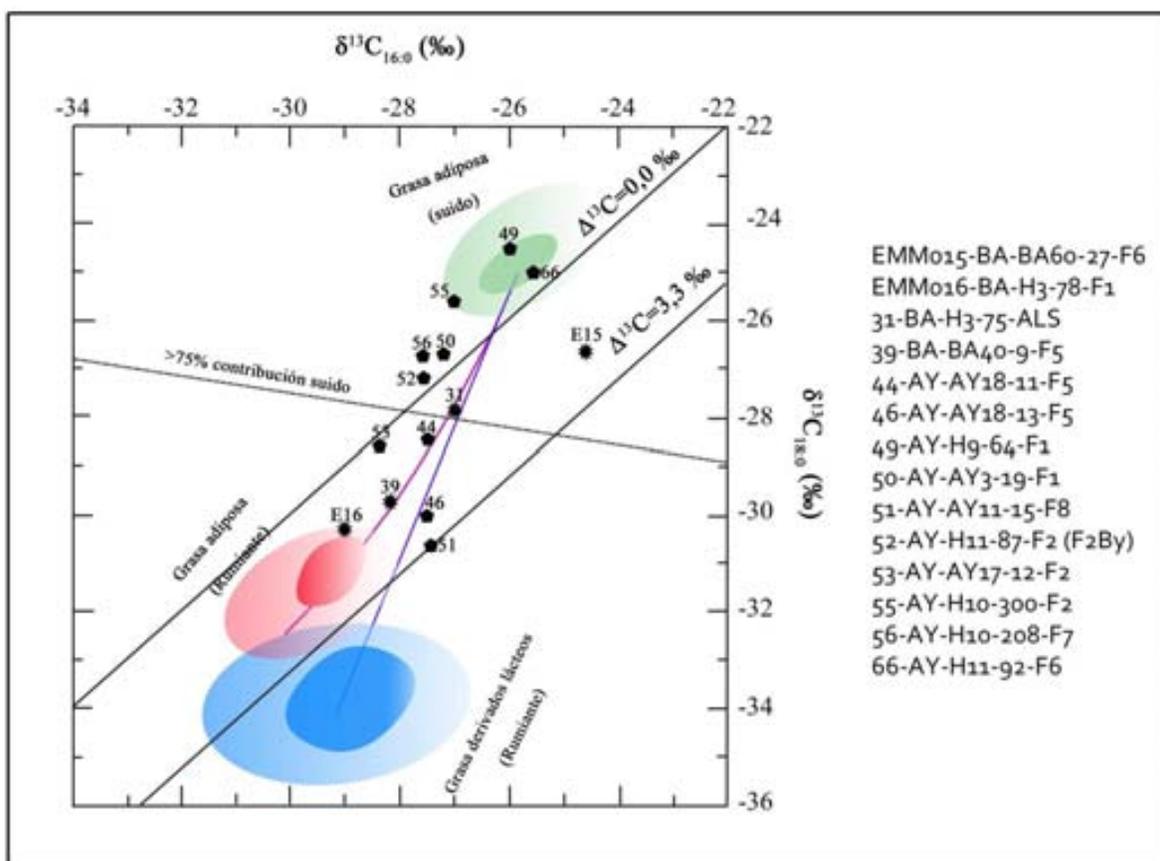


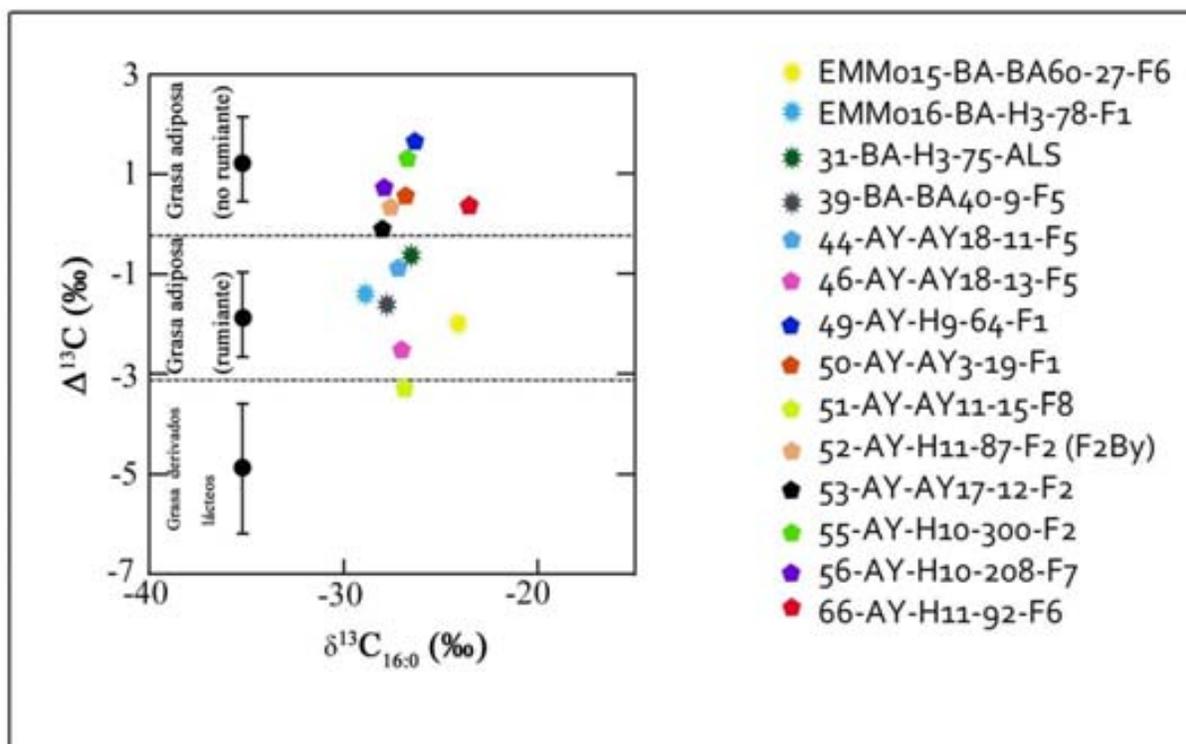
Fig. 5.21. Representación gráfica de los resultados isotópicos obtenidos para las piezas argáricas analizadas. Las regiones de mayor probabilidad para los diferentes tipos de grasa animal se han definido a partir de la lectura del valor $\delta^{13}\text{C}$ propuesto por los principales estudios publicados al respecto y que se recogen de modo separado en la Fig. 5.20. Destaca en color más intenso aquella región en la que todos los trabajos coinciden al representar el valor $\delta^{13}\text{C}$ y, por tanto, es la zona de mayor probabilidad para todos ellos. Línea violeta: valor de $\delta^{13}\text{C}$ de la mezcla de grasa bovina y porcina. Línea azul representa: valor del $\delta^{13}\text{C}$ que se obtendría para la mezcla de grasa porcina y grasa de leche bovina (Evershed et al. 2002b).

En concreto, el valor $\delta^{13}\text{C}$ refleja las diferencias que se producen en el agotamiento entre el C16:0 y C18:0 como consecuencia de las diferentes vías metabólicas que siguen ambos ácidos grasos en tejidos grasos de diferente origen. Las grasas derivadas de productos lácteos ofrecen siempre un valor por debajo de $-3,3\text{‰}$, la grasa adiposa de

especies rumiantes entre $-3,3\text{‰}$ y -1‰ y la grasa de especies no rumiantes entre -1‰ y 3‰ (Copley et al. 2003, 1526–1527; Regert 2011, 198–200; Steele 2008, 275–276).

La Fig. 5.22 presenta las muestras analizadas de acuerdo al valor del $\Delta^{13}\text{C}$ obtenido. Según este criterio, contamos con 7 muestras que presentan grasa adiposa de suido frente a 6 muestras con contenido graso de especie rumiante. Al igual que para el primer gráfico, no se observan contenidos de grasas procedentes de la leche y/o derivados, aunque la muestra 51 se encuentra en el límite superior ($-3,3\text{‰}$) entre este tipo de grasa y la grasa adiposa de especies rumiantes. Sin embargo, los valores $\delta^{13}\text{C}$ en dicha muestra descartan esta asociación, salvo para el estudio de Outram et al. 2009 (Fig. 5.20 y).

Fig. 5.22. Distribución de las muestras en relación al valor $\Delta^{13}\text{C}$. Los valores de referencia para



diferenciar el tipo de grasa se basan en dos estudios (Copley et al 2003, 1526; Salque et al. 2012).

La interpretación global de los resultados isotópicos debe realizarse a partir de la lectura conjunta de ambas medidas: $\delta^{13}\text{C}$ y $\Delta^{13}\text{C}$.

Los resultados del valor del $\Delta^{13}\text{C}$ ayudaron a afinar la lectura de los obtenidos para el valor $\delta^{13}\text{C}$. A partir de aquí, las conclusiones sobre la caracterización del contenido lipídico en las muestras argáricas son las siguientes:

- Ninguna de las piezas analizadas contenía restos significativos de grasa procedente de la leche o de derivados lácteos. Existen dos excepciones. La muestra 51, que para el $\Delta^{13}\text{C}$ ofrece un resultado intermedio ($-3,3\text{‰}$) y que se aproxima a la propuesta de Evershed et al. 2002b para definir la mezcla de grasa porcina y de origen lácteo bovino (línea azul en las Fig. 5.20 y). Si realizamos la lectura del valor $\delta^{13}\text{C}$ a partir de la propuesta de Outram y otros (Outram et al. 2009) se confirmaría su asociación a este tipo de grasa aunque, como ya se ha destacado, la lectura de este estudio se aleja de las principales propuestas planteadas al respecto (Dudd et al. 1999; Evershed et al. 2002b; Copley et al. 2003; Craig et al. 2007). La segunda muestra es la 46 que define mezcla de grasa rumiante y no rumiante, pero que coincide con la propuesta de Evershed et al. 2002b para definir la mezcla de grasa porcina y de origen lácteo bovino (línea azul en las Fig. 5.20 y) aunque no con la de Outram y otros (Outram et al. 2009). En este sentido, el valor aislado de ambas muestras y la localización al margen de los valores definidos para los principales tipo de grasas no nos permite hacer una lectura más aproximada de su resultado al margen de la mezcla de grasa rumiante y no rumiante.
- La caracterización aislada de las grasas procedentes de animal rumiante es efectiva para la muestra EMM016 que, tanto para el valor del $\Delta^{13}\text{C}$ como para los valores de $\delta^{13}\text{C}$. En segundo lugar, la muestra 39, aunque ofrece un valor para el $\delta^{13}\text{C}$ algo alejado de los definidos para grasas de rumiantes, según el valor $\Delta^{13}\text{C}$ y su correlación con el intervalo de mayor probabilidad se establece la presencia de grasa de rumiante. Por otra parte, en ambas muestras no es por el momento posible identificar la especie de la que procede ya que el ganado bovino, caprino y ovino incluye especies rumiantes que biosintetizan dichos ácidos grasos de modo similar (Regert 2011).
- Las muestras 55, 49 y 66 se definen con claridad dentro de los parámetros definidos para caracterizar el contenido graso porcino.

- Un elevado número de piezas muestran mezcla de grasas de animal rumiante y no rumiante. En total se han documentado 8 muestras: 31, 44, 46, 50, 51, 52, 53 y 56. La localización de dichas muestras en la gráfica y su distancia entre las elipses de confianza definidas para las grasas rumiantes y no rumiantes ayudan a definir la representación que cada tipo de grasa tiene en cada muestra. En este sentido, la propuesta del equipo de Evershed (Evershed et al. 2009, 78, Fig.6) permite proponer mezclas concretas para estas muestras, que coincide con algunas de las muestras argáricas (línea azul y violeta en las Fig. 5.20 y). Ya se ha referido la posible mezcla de grasa de origen lácteo y de origen no rumiante para las muestras 46 y 51, a la espera de más elementos definitorios. En cualquier caso, ambas muestras presentan un aporte mayoritario de grasa rumiante con un valor del $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ y del $\Delta^{13}\text{C}$ cercano a los definidos para las grasas asociadas a los productos lácteos pero sin llegar a definir este tipo de grasa. Por su parte, la muestra 44 coincide con la línea trazada para la mezcla de grasa porcina y bovina. El resto de muestras: 50, 56, 31 y 52 presentan un porcentaje superior de grasa de animal no rumiante. Por último, la localización de la muestra 53 en ambas figuras no permite dibujar una mayor presencia de un tipo u otro de grasa, aunque la mezcla de ambas sustancias es clara.
- Destaca la muestra 44, próxima a los valores que definen >75% de grasa porcina (Fig. 5.20), que a partir de los datos arqueológicos³³⁵ atestigua la presencia de grasa de animal no rumiante, en concreto suido. Sin embargo, los resultados para el valor del $\Delta^{13}\text{C}$ se aproximan a los definidos para las especies rumiantes y según la propuesta del equipo de Evershed (Evershed et al 2002b) presenta grasa de suido y bovino. Ambos criterios coincidentes condujeron a proponer la mezcla de grasas de diferente origen en la pieza, que se confirmaron en la presencia de suido para la grasa no rumiante y bovino para la rumiante.
- Contamos con 5 muestras que no permiten discernir el origen del contenido graso. En el caso de las muestras 28 y 54, el análisis isotópico no detectó el valor isotópico de ambos ácidos grasos (C16:0 y C18:0). Para las muestras EMMoog y 40

³³⁵ La muestra procede de un recipiente F5 (AY-AY18-11) documentado en el interior de la tumba AY18 de La Almoloya y que contenía en su interior una escapula de un ejemplar joven de suido (ver *supra*).

sólo se consiguió caracterizar el valor del $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0, que en ambas muestras entra dentro de los parámetros definidos para las especies no rumiantes (-28‰ y -24‰). Sin embargo, sin la caracterización del C18:0 la identificación de la grasa no rumiante en ambas muestras es sólo una suposición, aunque si es claro que no contiene grasas asociadas a una especie rumiante.

- Por último, destacan los valores obtenidos para una de las piezas de F6 analizadas. Se trata de la muestra EMM015 cuyos valores están al margen de la mayoría de propuestas establecidas para identificar el tipo de grasa. La presencia en dicha pieza del valor más bajo para el $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0 y la documentación a partir del análisis de GC/MS de cera de abeja y grasa animal en su interior (ver *supra*) llevó a evaluar si el valor isotópico de esta pieza era una mezcla de ambos tipos de sustancias.

En relación a la presencia conjunta de grasa animal y cera de abeja en las muestras analizadas, como ya se ha destacado, la degradación de la cera de abeja puede dar lugar a la presencia de C16:0 procedente de la ruptura del enlace éster, lo que podría adulterar el valor isotópico de este ácido graso para aquellas muestra que presentan una mezcla de cera de abeja y grasa animal. En este sentido, algunos estudios como la reciente investigación de S. Mirabaub (Mirabaud 2007) se muestran reticentes a aplicar el análisis isotópico sobre muestras con evidencias de cera de abeja y grasa animal.

Sin embargo, entre los trabajos que intentan caracterizar el valor del $\delta^{13}\text{C}$ de la cera de abeja degradada, destaca el estudio dirigido por R. Evershed (Evershed et al. 1997c) que evalúa y analiza el valor de $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0 para una muestra de cera de abeja degradada obteniendo un valor de -22,8‰. Por otro lado, este estudio no tuvo en cuenta el valor del C18:0 y se basó en el análisis de una única muestra.

Más recientemente, el trabajo de V. Steele en el marco de su tesis doctoral (Steele 2008) documentó el hallazgo conjunto de cera de abeja y grasa animal en cuatro recipientes (

Tabla 5.16). Además, Steele realizó un trabajo experimental con muestras de cera de abeja actual con el objetivo de crear una colección de referencia para definir los valores isotópicos de esta sustancia. Steele analizó el valor isotópico de dos muestras de cera de abeja y, a diferencia del estudio de Evershed, también tuvo en cuenta el valor $\delta^{13}\text{C}$ del

C18:0 que, aunque minoritario en la cera degradada, también se puede conservar en las muestras arqueológicas. Sin embargo, el valor de una de las muestras actuales ("Beeswax 2") se descartó por confirmar su contaminación durante la etapa analítica. Los valores que obtuvo se recogen en la siguiente tabla.

Código muestras	$\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)
B21	-24,1	-28,7	-4,6
B28	-24,1	-25,5	-1,4
B29	-23,5	-27,3	-3,8
B34	-20,5	-22,8	-2,3
Beeswax 1	-24,6	-27,4	-2,8
Beeswax 2	-25,5	-27,8	-2,3

Tabla 5.16. Reproducción de los resultados del análisis isotópico obtenido en el estudio de V.Steele para las muestras con presencia de cera de abeja (Steele, 2008, pp. 270–276).

Si tenemos en cuenta los valores que Steele ofrece para la cera de abeja degradada (Beeswax 1) y para las 4 muestras arqueológicas y los comparamos con los resultados argáricos (Tabla 5.15), para los que contamos con 10 muestras³³⁶ de las 18 analizadas por GC-C-IRMS que atestiguan cera de abeja y grasa animal, observamos que la lectura isotópica para la mayoría de estas piezas es afín a las grasas de animales rumiantes y/o no rumiantes. Tan sólo la muestra EMMo15 ofrece un valor $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0 que se aleja al propuesto para los principales tipos de grasas animales y resulta muy similar al obtenido para tres de las piezas con cera de abeja analizadas por Steele (Beeswax 1, B21, B28), lo que sitúa a este recipiente F6 de La Bastida en una situación comprometida sobre su origen graso.

Si nos fijamos en la representación del valor del $\Delta^{13}\text{C}$ para las muestras que contenían cera de abeja, tanto en el caso de las piezas analizadas por Steele (Steele 2008, Fig. 7.44) como en las piezas argáricas, los valores se encuentran dentro de los límites establecidos para las grasas rumiantes, por lo que no existe por el momento un valor del $\Delta^{13}\text{C}$

³³⁶ Las piezas con presencia atestiguada de cera de abeja y grasa animal son EMMo09, EMMo15, 39, 44, 46, 50, 52, 53, 56 Y 66, si bien, en este apartado nos ocupamos sólo de los resultados isotópicos, en el apartado que analiza la presencia de cera de abeja se presentan dichos resultados.

específico para cera de abeja. Esta situación evidencia la necesidad de ampliar la colección de referencia sobre el valor isotópico de la cera de abeja degradada, a fin de no confundir los resultados con los propuestos para las grasas animales. De este modo, aunque los valores isotópicos del recipiente EMMo15 presentaban cierta similitud con los definidos en el estudio de Steele para las muestras con cera de abeja, no podemos considerar determinantes los resultados obtenidos.

En síntesis, hasta disponer de una colección de referencia mayor de valores isotópicos para cera de abeja degradada, el análisis por GC/MS es la principal herramienta para identificar la mezcla de ambas sustancias, si bien habrá que tener especial cuidado en el análisis del valor isotópico para aquellas muestras que contienen ambas sustancias, sobre todo para el valor de $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0.

La identificación de cera de abeja en dicho recipiente F6 ya era clara a partir del análisis por GC/MS. Por su parte, el contenido graso animal también se constató por este análisis, aunque sin llegar a identificar el tipo concreto de grasa. Sin embargo, no se pudo definir el tipo de grasa al respecto.

Grosso modo, los resultados isotópicos de estas 18 piezas han permitido definir el origen de la grasa animal en la mayoría de las muestras analizadas. Los problemas que presentan algunas de ellas, como las muestras 51 y EMMo15, indican la necesidad de ampliar el análisis con el fin de dar solidez a los resultados obtenidos y aumentar las probabilidades de definir tipos de grasas concretos.

En el capítulo 7 se conjugarán los resultados del análisis isotópico con el resto de evidencias analíticas y arqueológicas a fin de definir los usos de los recientes analizados.

Tras evaluar el contenido orgánico recuperado de los recipientes argáricos a partir del análisis químico e isotópico, quedan claras las dificultades que plantea este tipo de aproximación funcional. En concreto, el análisis de contenidos ha resultado ser un claro ejemplo de las dificultades que plantea la identificación de una especie animal. Los procesos de degradación que afectan a los ácidos grasos y la amplia representación de estos compuestos entre los animales ponen sobre la mesa la necesidad de evaluar al unísono el global de elementos diagnósticos de que disponemos. La combinación del análisis molecular e isotópico será la mejor estrategia (Evershed 2008a; Regert 2011).

No podemos por ello olvidar que nuestro material de estudio, los recipientes, son una pieza más de las recuperadas del pasado argárico, donde coexisten junto a otro tipo de evidencias que pueden complementar o refutar la lectura sobre el tipo de sustancia contenida. En este sentido, la “estrategia ideal” implicará la comparación de los resultados isotópicos con el análisis faunístico de los restos óseos recuperados en el yacimiento de procedencia (Copley et al. 2003, 1528). Sin embargo, tanto en La Bastida como en La Almoloya el registro faunístico se encuentra aún en fase de estudio.

A continuación, se realiza la lectura conjunta y complementaria entre los resultados obtenidos a nivel analítico y la información arqueológica de estas 25 muestras con contenido animal. La interpretación funcional de los recipientes analizados se realizará en el capítulo 7.

- ***El contenido graso animal en el contexto de los recipientes argáricos***

El cómputo total de recipientes que presentan evidencias generales o específicas de contenido graso animal se materializó en 22 del total de los 43 recipientes sin indicios de contaminación, como se recogen y analizan en la . En la clasificación general propuesta para los resultados analíticos se recogen en los subgrupos 1.1.A y 1.1.M.

Si evaluamos su significancia en el contexto arqueológico al que se asocian, a nivel tipológico de las ocho formas argáricas destaca la escasa presencia de este tipo de residuo en los recipientes F4 que sólo cuenta con un 14% de las F4 analizadas. Recipientes frecuentemente de gran tamaño y que se han relacionado en general con el almacenaje y/o preparado de alimentos (Castro et al. 1999a), por lo que la ausencia de contenido graso en el 86% restante sugiere el almacenamiento o gestión de otro tipo de productos.

A la inversa, las formas argáricas que más número de *ítems* presentan contenido animal son los recipientes F2, con un 71% del total de F2 analizadas y sin indicios de contaminación y las F7 con un porcentaje similar. En segundo lugar, las F1, con un 43% del total de este tipo (Fig. 5.23). Por su parte, el 33% de F5 documenta grasa animal y las dos F6, también. Por último, entre las F3 y F8 sólo hay grasa animal en dos de las primeras y en el único ejemplar de F8 sin signos de contaminación (Fig. 5.23).

Por otra parte, la documentación de sólo un tipo de grasa en 5 de los recipientes analizados no definió una correspondencia entre el contenido graso y el tipo cerámico. En concreto, se documentaron dos recipientes F1 con sendos tipo de grasa: la muestra

EMM016 presenta grasa rumiante y la muestra 55 no rumiante. Además, hay una F5 (muestra 39) con contenido grasa rumiante, una F2 (muestra 55) con contenido no rumiante y un recipiente F6 (muestra 66) que también documenta grasa de no rumiante.

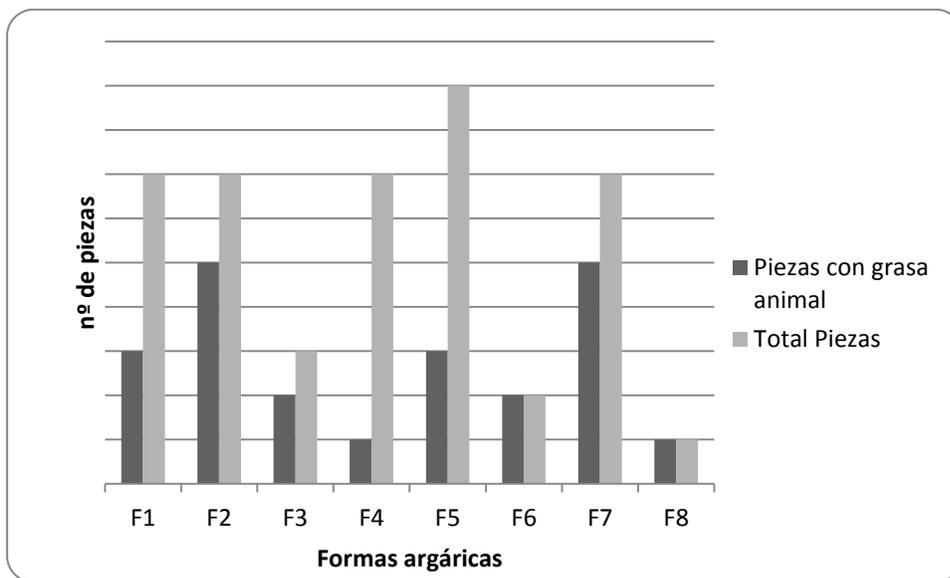


Fig. 5.23. Representación de las formas argáicas con contenido grasa animal y su relación con el total de piezas sin indicios de contaminación.

En cuanto al contexto de procedencia, el 64% de las piezas con contenido grasa se recuperaron del interior de algún contexto habitacional vivienda, frente al 36% que proceden de ajuares funerarios (Fig. 5.24). En estos el tipo más frecuente es F7, mientras que en los habitacionales el predominio recae en F5.

Sin embargo y como ocurre para otro tipo de residuos orgánicos, la imposibilidad de conseguir una muestra representativa y equitativa para los diferentes tipos cerámicos y contextos en los que se recuperaron dichas piezas sesgó la lectura de los resultados en este sentido y es el principal factor que impide evaluar estadísticamente su significancia.

En cuanto a la conservación de este tipo de residuos en los yacimientos muestreados, destaca la nula presencia de residuo animal en Gatas y La Tira del Lienzo que, como se referirá más adelante, se explica por una cuestión de conservación en el caso de Gatas y de falta de representación para La Tira del Lienzo. Por su parte, La Bastida documenta un 35% de las piezas analizadas con grasa animal frente al 85% para La Almoloya. La mayor

representación en dicho yacimiento responde a las condiciones de muestreo y conservación llevadas a cabo en la fase analítica de dicho yacimiento.

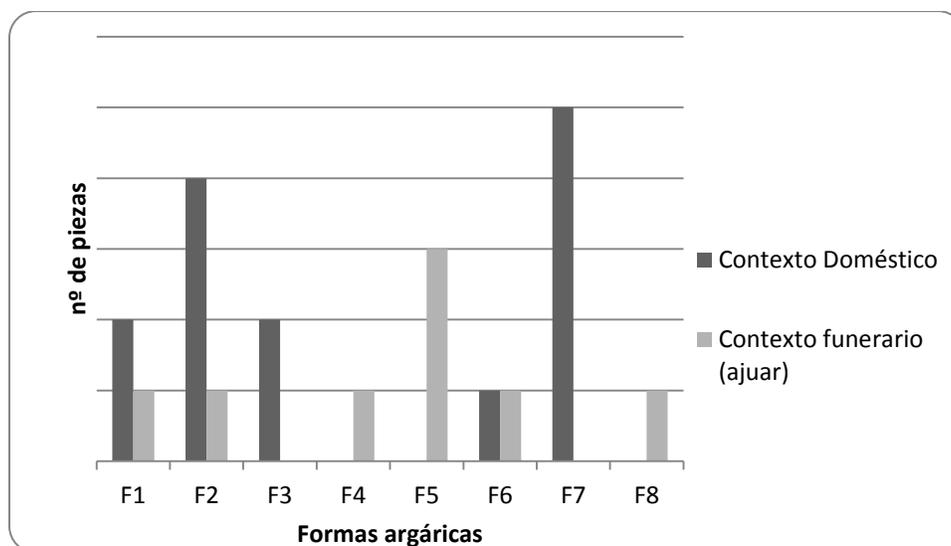


Fig. 5.24. Representación de las formas argáricas con contenido graso animal en los principales contextos de amortización social.

El siguiente estadio en la investigación de los recipientes con contenido graso animal pasará por evaluar su relación con el resto de residuos orgánicos recuperados y con el resto de evidencias funcionales, labor que se desarrollará en el capítulo 7.

d) Aceites y contenidos de origen vegetal

- Documentación y lectura analítica

Los biomarcadores de contenido vegetal se documentaron en 19 de los 43 recipientes sin indicios de contaminación, para los que se analizaron un total de 28 muestras. El contenido vegetal apareció de manera aislada en la mitad de las muestras y como parte de otra sustancia en los 14 casos restantes, entre los cuales se documentó además grasa animal en 6 muestras y otras 8 presentaban también cera de abeja (). En la

Tabla 5.17 se sintetiza la representación del contenido vegetal en las muestras y recipientes analizados y su relación con el resto de sustancias identificadas.

Encontramos principalmente dos tipos de evidencias vegetales: presencia de plantas superiores y, en menor medida, resina de pino y cera de esparto (ver *infra*). Las plantas superiores o terrestres son aquellas que tienen tejidos especializados para realizar la fotosíntesis y tejidos vasculares (Killips y Killips 1988, 27). En este grupo se incluye la

mayoría de las plantas terrestres. A diferencia de lo que sucedía con las grasas animales, no podemos precisar más la procedencia de estos residuos, a menos que conserven biomarcadores específicos (resina de pino, cera de esparto).

	Contenido vegetal	Contenido vegetal y grasa animal	Contenido vegetal, grasa animal y cera de abeja	Total
Piezas	7	6	6	19
Muestras	14	6	8	28

Tabla 5.17. Relación de los recipientes y muestras con contenido vegetal.

Si para la caracterización de las grasas animales existe un importante elenco de estudios (Evershed 1993; Heron y Evershed 1993; Evershed et al. 1997a; Evershed et al. 2002a; Evershed et al. 2002b; Evershed 2008a; Regert 2011), no ocurre así para los productos vegetales, que han tenido un protagonismo reducido entre los estudios de residuos orgánicos. Los factores que explican esta situación se sintetizan a continuación:

- El protagonismo de las grasas saturadas entre las especies animales frente a su reducida presencia entre los compuestos y aceites vegetales se traduce en el registro arqueológico en la menor identificación de contenido vegetal a partir del análisis de residuos orgánicos, situación agravada por la preeminencia de grasas insaturadas entre la composición de las plantas. Destaca en este sentido la elevada presencia de C18:1 y C18:2 y en menor medida C18:3 entre los aceites vegetales (Stacey 1999), lípidos que por su naturaleza insaturada sufren una degradación mayor en el registro arqueológico (Evershed et al. 2001, 336-337). De este modo, aunque la presencia de los triacilglicéridos está atestiguada también en los aceites vegetales, como el de oliva (Mirabaud 2007), la presencia mayoritaria de ácidos grasos insaturados en su composición dificulta su conservación.
- El elevado aporte calórico de las grasas animales favorece su cocinado y consumo, así como su conservación en el registro arqueológico, frente a los alimentos elaborados a base de vegetales que presentan un aporte energético muy inferior (Stacey 1999, 18-19; Evershed et al. 2002b, 663-664).

Todo ello explica la baja conservación de los lípidos vegetales y por ende las dificultades para caracterizar su presencia a partir del análisis por GC/MS.

Si evaluamos el papel que el análisis isotópico ha tenido y tiene en la caracterización de los contenidos vegetales, las posibilidades interpretativas no son mucho mayores que para el análisis molecular. Frente a las grasas animales que documentan una amplia presencia de C16:0 y C18:0, moléculas a partir de las cuales medir e interpretar el valor $\delta^{13}\text{C}$, la conservación de ambos compuestos en las plantas es minoritario. En concreto, entre los aceites vegetales la presencia del C18:0 es muy inferior a compuestos como el C18:1, lo que ha llevado a algunos investigadores a proponer la caracterización isotópica de los aceites vegetales a partir del valor $\delta^{13}\text{C}$ del C18:1 (Spangenberg, Macko y Hunziker 1998). Más recientemente, Steele (Steele 2008; Steele, Stern y Stoot 2010) desarrolló un programa experimental para definir los valores del $\delta^{13}\text{C}$ del C16:0 y C18:0 en algunos aceites vegetales. Sin embargo, su propuesta fracasó, ya que los valores para aceites actuales se confundían con los definidos para las especies no rumiantes.

Frente a estas limitaciones, ¿cómo podemos definir la presencia de contenido vegetal a partir del análisis de residuos orgánicos? Principalmente contamos con dos tipos de indicadores bioquímicos. En primer lugar, biomarcadores característicos de un tipo específico de planta, como el aceite de ricino identificado a partir del ácido ricinoléico (Evershed et al. 2001, 336-337), la col, atestiguada por la detección conjunta de nonacosanol, nonacosan-15-ol y nonacosan-15-one presentes en las ceras vegetales de sus hojas (Charters et al. 1997) o resina de conífera a partir de la documentación de ácido dehidroabietico (ver *infra*).

De modo secundario, contamos con compuestos químicos que, sin ofrecer la posibilidad de definir el tipo de especie, permiten atestiguar residuos vegetales. En este sentido, existen varios tipos de compuestos: los esteroides, alcanos y /o ácidos grasos degradados.

En el caso de los esteroides, los característicos de las plantas son el campesterol, β -sitosterol y/o estigmasterol (Evershed 1993; Stacey 1999; Malainey 2011). Su documentación aislada o en conjunto puede indicar la presencia del contenido vegetal. Sin embargo, no podemos especificar la especie de la que deriva y, además, el β -sitosterol no es exclusivo de las plantas detectándose también en grasas de peces (Steele,

Stern y Stoot 2010, 24). Por tanto, su presencia aislada no es un diagnóstico claro de su origen.

Por su parte, la documentación de los alcanos se traduce en la presencia de restos de plantas superiores si predominan los alcanos con una estructura en la que dominen la cadena larga de carbonos con un número de carbonos impar frente a los pares. Además deben presentar como alcanos más abundantes aquellos con 31, 33 y 27 carbonos en su estructura (Killops y Killops 1988).

Por último, aunque ya se han destacado las limitaciones de los ácidos grasos degradados, al igual que para las grasas animales existen algunas relaciones significativas entre estos compuestos y la sustancia vegetal de la que proceden. Algunos trabajos sostienen que los aceites vegetales documentan mayor presencia de C16:0 frente al C18:0 (Evershed et al. 1997a; Evershed et al. 1999; Evershed et al. 2002a; Mirabaud 2007; Evershed 2008a). Por su parte, la presencia destacada de grasas insaturadas entre las sustancias vegetales se traduce en el registro arqueológico en una relación positiva de C18:1 frente a C18:0.

Sin embargo, el elevado grado de degradación de las grasas insaturadas reduce su conservación en las muestras arqueológicas y, por tanto, no suelen conservarse en los recipientes. Sí se conservan, por el contrario, algunos ácidos grasos característicos de las plantas como el C12:0, C14:0, C15:0 y C17:0 que aparecen en baja proporción. Sin embargo, algunas de estas evidencias se reproducen de modo similar para las grasas animales, como los ácidos grasos C15:0 y C17:0 para las grasas de origen rumiantes y derivadas de productos lácteos; o la conservación de una relación similar entre el C16:0 y C18:0 para las grasas de especies no rumiantes (Evershed 1993; Dudd y Evershed 1998). Ello refuerza la necesidad de combinar diferentes elementos diagnósticos para caracterizar el contenido vegetal.

Los trabajos de Mirabaud y Steele (Mirabaud 2007; Steele 2008) recogen los principales elementos diagnósticos de los productos vegetales. Tomando como base estas propuestas, se ha elaborado una tabla similar en la que se recogen y analizan las 28 muestras argáricas que presentan evidencias de contenido vegetal (.). La caracterización del contenido vegetal en 19 de los recipientes se realizó a partir de la lectura conjunta y complementaria de los elementos característicos recogidos en dicha tabla (ácidos grasos degradados, distribución característica de alcanos y/o presencia de esteroides de plantas).

En un número reducido de piezas se identificaron además biomarcadores específicos que atestiguaron resina de pino en tres muestras y biomarcadores de esparto en otra muestra.

En cuanto al número de elementos para confirmar la presencia de residuo vegetal, se ha prestado especial atención a la documentación de biomarcadores para contenidos concretos. Para el resto de muestras el único elemento que no ha resultado determinante a la hora de incluir una pieza en este grupo ha sido la presencia y abundancia de ácidos grasos degradados compuestos que, como ya se ha señalado, aparecen y pueden conservarse tanto en sustancias animales como vegetales.

De las 28 muestras incluidas en esta categoría, 7 se definen como muestras de sedimento seleccionadas del contexto de deposición (RES₂) o del interior del recipiente analizado (RES₁), tomadas con el fin de comprobar la posible migración de los compuestos contenidos en el sedimento de deposición hacia el interior de la cerámica. Destaca el análisis de dos muestras de control (RES₂) (muestras 26 y 27) que, como era de esperar, atestiguaban la presencia de plantas superiores procedentes de la descomposición de los restos vegetales del suelo natural. En ambos casos, este análisis permitió confirmar la nula migración de la materia orgánica del contexto de deposición a los recipientes analizados.

Disponemos de otras 4 muestras (RES₁) tomadas del sedimento de contacto con la pared interna de 4 de los recipientes analizados y que, al igual que las muestras tipo RES₂, se analizaron para descartar la posible migración entre la materia orgánica del contexto de deposición y la conservada en la pared de los recipientes. Se trata de las muestras BRA₂₀, BRA₂₄, BRA₂₉, BRA₃₈, analizadas en la primera etapa analítica y en conexión con los recipientes BRA₂₁, BRA₂₅, BRA₃₉ y 30 (Tabla 5.19). Los resultados revelaron la inexistencia de migración entre el contenido orgánico del sedimento y el recipiente en conexión. Sin embargo, las muestras RES₁, al proceder del contexto de deposición, presentaban indicadores químicos de las plantas del sedimento de deposición.

Código muestra	Biomarcadores Aceites y productos vegetales										Interpretación contenido vegetal
	Esteroles vegetales			Relación y presencia de ácidos grasos			Distribución de alcanos		Biomarcadores específicos		
	β -sitosterol	Campesterol	Estigmaterol	C16:0>C18:0	C18:1>C18:0	C12:0, C14:0, C15:0 y C17:0	Alcanos impares/alcanos pares (destacan AL31, AL33 y AL 27)	Resina de pino (Acido dehidroabiético)	Esparto (Stipa tenacissima)		
6	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
9	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
11	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
26	X	X	X	-	-	X	X	-	X	-	Residuo vegetal plantas superiores. Resina de Pino
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
29	X	X	X	X	X	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
40	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
44	X	-	X	X	X	-	X	-	X	-	Residuo vegetal plantas superiores
45	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
46	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
48	X	-	X	X	X	-	X	-	X	-	Residuo vegetal plantas superiores
49	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
50	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
51	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
52	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
54	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
55	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
56	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
57	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
58	X	-	-	-	-	-	X	-	X	X	Esparto (Stipa tenacissima)
60	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	Residuo vegetal plantas superiores. Resina de Pino
66	X	X	X	X	-	X	X	-	X	-	Residuo vegetal plantas superiores. Resina de Pino
71	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
BRA18	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	Resina de Pino
BRA20	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
BRA24	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
BRA29	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores
BRA38	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	Residuo vegetal plantas superiores

Tabla 5.18. Listado de muestras que documentan indicadores químicos asociados a plantas y aceites vegetales.

Por otro lado, la caracterización de la resina de pino a partir de la documentación del ácido dehidroabiético se hizo efectiva en 4 de las 28 muestras con residuo vegetal; dos de las mismas (muestras BRA18 y 60) proceden de sendos recipientes de La Bastida y un tercero (muestra 66) de La Almoloya. Por último, disponemos de una cuarta muestra sedimentaria (RES2) que aparece en conexión con la pieza 60 y también documenta la presencia de resina de pino. Como se analizará en el siguiente capítulo, la presencia de esta sustancia en los recipientes argáricos abre la puerta a la explotación y uso de un elemento no documentado hasta la fecha. Analíticamente, se puede definir el tipo de tratamiento que recibió la resina para su posterior utilización a partir del tipo de biomarcadores. En concreto, la manipulación de la resina de pino implica la aplicación de una fuente de calor, que, en función de la temperatura alcanzada y del material de combustión, deja un tipo u otro de biomarcadores (Romanus 2008, 74–76).

En el caso de los recipientes argáricos, la resina de pino se registró a partir de la conservación de ácido dehidroabiético. Se ha comprobado que este compuesto deriva de la resina de pino y de la oxidación que los compuestos abietanos, que forman parte de la resina, experimentan (Romanus 2008, 74–76). En cuanto a la especie de la que procede, los tipos de pino que convivieron en el periodo argárico son principalmente el *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* y/o *Pinus pinaster*³³⁷.

Por último, un caso especial es la detección del esparto (*Stipa tenacissima*) en uno de los recipientes de La Bastida (muestra 58) (Fig. 5.26) a partir de la conservación de las ceras que recubren la planta, caracterización que fue respaldada además por la documentación de algunas evidencias indirectas en el registro arqueológico.

Ya se ha referido que la cera es una sustancia que se documenta tanto en el reino animal como en el vegetal (ver capítulo 4). En ambos casos su composición comparte el mismo grupo de compuestos, principalmente alcoholes, hidrocarburos, cetonas y ésteres de cera. Sin embargo, su proporción variará en función del organismo que las produce, y es a partir de estas diferencias que podemos documentar un tipo de sustancia u otro (Evershed 1993, 85; Malainey 2011, 324).

³³⁷ Información cedida en comunicación personal por la arqueobotánica y antracóloga Mireia Celma Martínez, miembro del equipo de investigación del "Proyecto La Bastida", a quien agradecemos su aportación en este estudio.

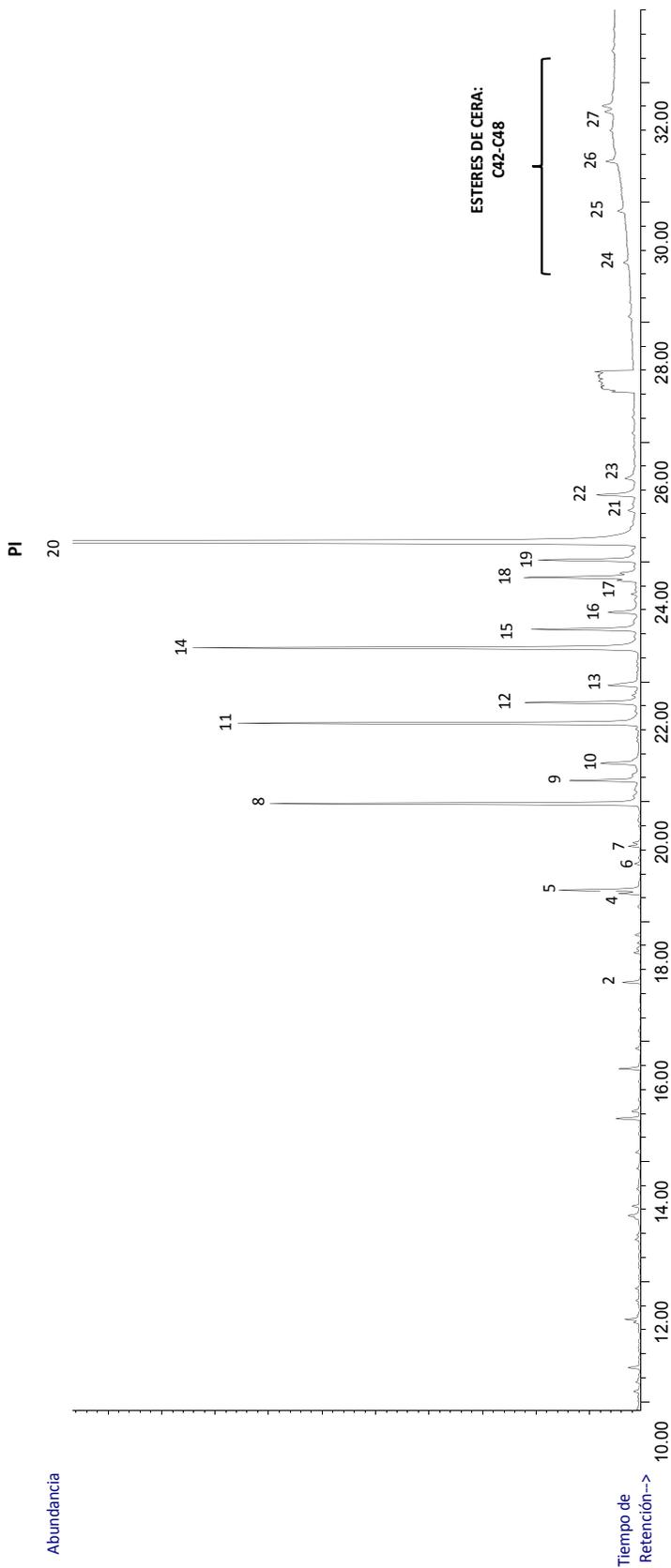


Fig. 5.25. Cromatograma obtenido para la muestra 58 (BA-H54-174-RES3); detalle del tipo de compuestos obtenidos y a partir de los cuales se definió la presencia de ceras asociadas al esparto: 1-C18-OH; 2-AL23; 3-C20-OH; 4-Plástico (m/z 149); 5-AL25; 6-C22-OH; 7-C26 alcano; 8-C27 alcano; 9-C24-OH; 10-C28 alcano; 11-C29 alcano; 12-C26-OH; 13-C30 alcano; 14-C31 alcano; 15-C28-OH; 16-C32 alcano; 17-β-Sitosterol (m/z 486); 18-C33 alcano; 19-C30-OH; 20-Patrón Interno (IE) (Tetratriacontano C34H70); 21-C35 alcano; 22-C32-OH; 23-C36 alcano; 24-Estér de cera C42; 25-Estér de cera C44; 26-Estér de cera C46; 27-Estér de cera C48.

En el caso de la muestra 58, el análisis por GC/MS atestiguó el mismo grupo de biomarcadores característicos de la cera de abeja (Fig. 5.26). Sin embargo, el rango y distribución de estos compuestos difiere del de la cera y se acerca más a la composición de las ceras asociadas al esparto (*Stipa tenacissima*), que se compone de un grupo reducido de ésteres de cera, hidrocarburos y alcoholes, entre los que sobresale el C28-OH (Mills y White, 1987, p. 52).

La propuesta de Mills y White se apoyó en el trabajo de A. Tulloch (Tulloch 1973), quien realizó un análisis por Cromatografía de Gases Líquida sobre algunas ceras de plantas actuales, entre ellas el esparto. El cromatograma resultante para esta planta es fiel a la propuesta definida en el trabajo de (Mills y White 1987) y, al igual que estos investigadores, Tulloch señala como componentes principales un grupo reducido de ésteres de cera, una serie de hidrocarburos en el que sobresalen los alcanos con número de carbono en el rango C27-C31, alcoholes con predominio de C28-OH/C32-OH, además de ácidos grasos de cadena larga (C28:0-C32:0) que, por otro lado, el estudio de Mills y White (Mills y White 1987) no destaca.

El análisis de la pieza argárica coincide con la propuesta de Tulloch (Tulloch 1973). Si nos fijamos en los compuestos detectados y en su abundancia (Fig. 5.26), se observa una reducida presencia de los ésteres de cera, con una distribución de alcanos característica para las plantas superiores (ver *supra*) y el predominio entre los alcoholes de C28-OH y C26-OH. Además, la identificación de uno de los esteroides característicos a las plantas, β -Sitosterol, apoya más la presencia del contenido vegetal en este recipiente.

Sin embargo, el cromatograma obtenido para el recipiente de La Bastida no documentó los ácidos grasos de cadena larga que el trabajo de Tulloch (Tulloch 1973) también define entre los componentes de esta planta. Sin duda, los problemas de conservación que se han referido para los ácidos grasos y su elevado grado de degradación en contextos arqueológicos sería uno de los factores que explican su ausencia.

La constatación analítica de la presencia del esparto en el recipiente argárico cobra solidez si atendemos a las evidencias indirectas que documentamos en el registro arqueológico y en concreto a las evidencias que aparecen en el interior del recipiente analizado.

Como se observa en la Figura 4.23 del capítulo 4, el sedimento recuperado del interior del recipiente conservaba en la zona de la base improntas en negativo de un tipo de cordaje/ramaje vegetal que tras su observación en el binocular tenía la apariencia de una fibra vegetal.

Si analizamos el contexto arqueobotánico del yacimiento de procedencia: La Bastida, la documentación de restos de esparto esta atestiguada desde su fase inicial en varias de las habitaciones excavadas. Así en la habitación H9 y H35, ambas procedentes de la primera fase de ocupación del yacimiento (c.2180-2025 ANE), se recuperaron restos de esparto *in situ* utilizados como parte del ramaje de las techumbres de sendas habitaciones (Lull et al. 2009a; Lull et al. 2011a).

De este modo, la caracterización y documentación del esparto en asociación con este recipiente está apoyada tanto por las evidencias analíticas como por las arqueológicas que parecen indicar que estamos antes la conservación de una especie de cordaje realizado con las fibras de esta planta. En el capítulo 7 evaluaremos con detalle sus implicaciones funcionales.

- ***El residuo vegetal en el contexto de los recipientes argáricos***

La caracterización analítica de las muestras que contenían algún tipo de residuo vegetal ha definido principalmente la presencia de tres sustancias. Por un lado, resina de pino y cera de esparto y, por otro y de modo mayoritario (84% de las piezas), biomarcadores de plantas superiores, sin que se pueda concretar la especie de la que proceden.

Como ya se ha referido, 9 de las 28 muestras se analizaron como parte del programa metodológico destinado a confirmar o refutar la migración de los compuestos orgánicos del contexto de deposición al interior de los recipientes. En todos los casos se desmintió esta relación, en sintonía con los trabajos especializados en esta problemática (Heron, Evershed y Goad 1991). Las otras 19³³⁸ muestras con residuo vegetal corresponden a la pared cerámica de 19 recipientes argáricos. Realizada la lectura analítica sobre el contenido vegetal de estos 19 *ítems*, la información arqueológica complementará la lectura analítica, sobre la que volveremos en el capítulo 7.

³³⁸ Se tomaron y analizaron dos muestras del recipiente AY-H10-208 como parte de una estrategia metodológica para evaluar el grado de conservación de los residuos orgánicos en diferentes zonas del mismo recipiente y complementar la lectura funcional a partir de esta información (ver *supra*).

Al igual que ocurre para otros tipos de residuos orgánicos recuperados de los recipientes argáricos (véase el apartado de cera de abeja o de grasas animales), la estrategia de muestreo tanto a nivel tipológico como contextual no permitió conseguir una representación equitativa para los diferentes tipos cerámicos y contextos. Sin perder de vista esta limitación, la representación del residuo vegetal entre los tipos argáricos se muestra en la siguiente figura.

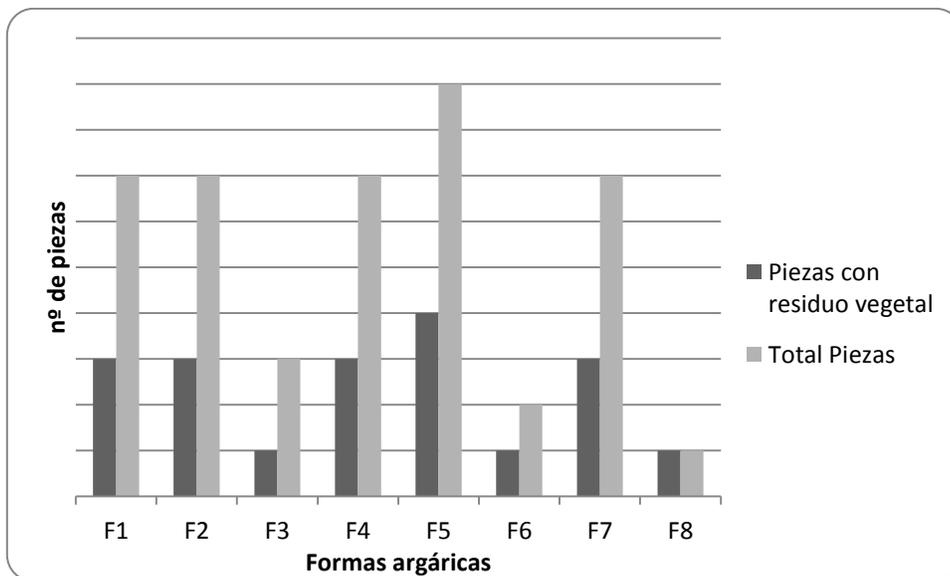


Fig. 5.26. Formas cerámicas con contenido vegetal y su relación con el número total de piezas analizadas.

Si evaluamos la presencia de tipos cerámicos con residuo vegetal en relación al total de piezas argáricas analizadas, podría parecer que las F8 y las F6 contienen una presencia mayor de contenido vegetal, con un 50% de las F6 y el 100% de las F8 analizadas y sin signos de contaminación. Sin embargo, sólo se analizó un recipiente F8 y dos F6 por lo que la lectura porcentual no es fiable. Las F5 con un 44% es el tipo con un mayor número de recipientes con residuo vegetal. Las F1, F2, F4 y F7 con un 43% presentan un porcentaje similar de recipientes con residuo vegetal. La F3 con este tipo de residuo representa un 33% del total de F3 analizadas. La escasa presencia de recipientes con este tipo de contenido impidió realizar cualquier tipo de cálculo estadístico para averiguar si hubo una relación significativa entre los diferentes factores arqueológicos y el residuo vegetal.

En cuanto al contexto de procedencia, el 63% de las piezas con contenido vegetal se recuperaron del interior de alguna estructura de habitación, frente al 37% que proceden de ajuares funerarios. A nivel tipológico, la única forma que tiene una mayor presencia en un tipo de contexto es la F7, puesto que las tres piezas analizadas proceden de una estructura de habitación pero, en general, no se puede establecer una relación significativa entre el contexto y la tipología muestreada, como se desprende de la siguiente figura.

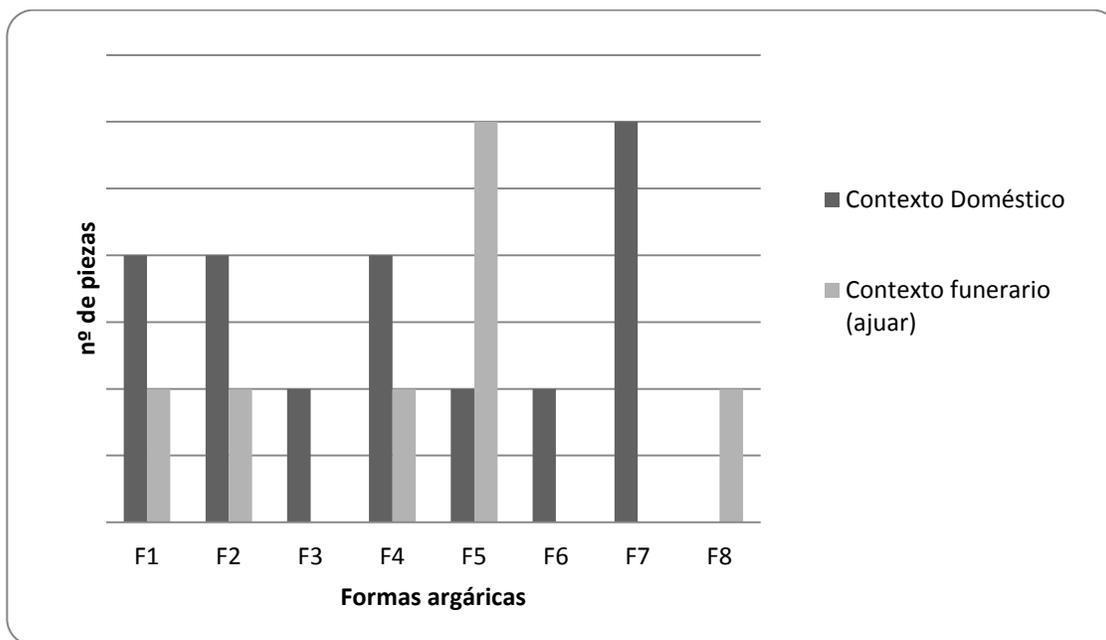


Fig. 5.27. Distribución de las formas argáricas con residuo vegetal en los dos principales contextos de amortización social.

En cuanto a la representación por yacimientos, el 63% de las piezas con residuo vegetal procede de La Almoloya frente al 37% de La Bastida, sin que se haya documentado en el resto de yacimientos muestreados residuo de este tipo. En relación al cómputo total de piezas analizadas por yacimiento, el porcentaje con residuo vegetal sigue siendo mayoritario para La Almoloya con un 86%, mientras que la representación en La Bastida se reduce aún más hasta el 24% de las piezas analizadas.

Como ya se ha mencionado, la mayoría de recipientes documentan biomarcadores de plantas superiores con un 84% de las piezas con residuo vegetal (). Sin embargo, los biomarcadores definitorios de un producto vegetal específico sólo se ha atestiguado en

cuatro recipientes: 3 para la resina de pino y 1 para la presencia de esparto, sin que con este número podamos definir una posible relación entre el residuo contenido y el contexto, tipo o yacimiento del que proceden.

De modo general, el reducido número de piezas que conservan residuo vegetal y las limitaciones interpretativas que existen para la mayoría de resultados analíticos que, salvo en el caso de la resina de pino y el esparto, no van más allá de la identificación de las plantas superiores, impiden realizar una interpretación funcional del contenido vegetal en los recipientes argáricos y menos aún proponer una lectura conjunta con las características arqueológicas de las piezas.

e) Piezas argáricas sin evidencias orgánicas en su interior

El último conjunto de recipientes analizados lo conforman aquellos sin residuo orgánico alguno o cuya presencia es insignificante (trazas aisladas de compuestos orgánicos que no pueden considerar representativos del contenido original)³³⁹.

En la Fig. 5.28 se presenta un claro ejemplo de este tipo de muestras. La figura reproduce el cromatograma obtenido para uno de los recipientes analizados de La Bastida BA-H2-179.22 (muestra BRA16) en el que sólo se identificó el compuesto utilizado como patrón interno, tetratriacontano (C₃₄H₇₀), las trazas de compuestos orgánicos eran insignificantes y sólo se pudo confirmar la ausencia de contenido orgánico en el recipiente.

De los 43 recipientes analizados sin signos de contaminación se produce este tipo de resultados en 11 de ellos y en un total de 16 muestras³⁴⁰. Las muestras incluidas en este grupo se recogen en la Clase 2, que engloba las que no presentan residuo orgánico alguno o su presencia es ínfima como para considerar que proceda del contenido argárico (ver *supra*).

³³⁹ Como ya se ha destacado, se consideró que una muestra presentaba un contenido orgánico representativo de su contenido originario en aquellos casos que presentaba los biomarcadores característicos a un tipo de contenido concreto (ver capítulo 4).

³⁴⁰ Existen dos recipientes de la Clase 2 (BA-H9-85 y BA-H12-8) sobre los que se analizaron tanto una muestra cerámica (RES₃/RES₄) como una muestra del sedimento en contacto con su interior (RES₁). Además, en tres recipientes (BA-BA₄₀-9, BA-BA₆₅-9 y BAR-H76-1) el análisis del sedimento adherido a su interior no documentó residuo alguno, no así para la muestra cerámica asociada (Tabla 5.199).

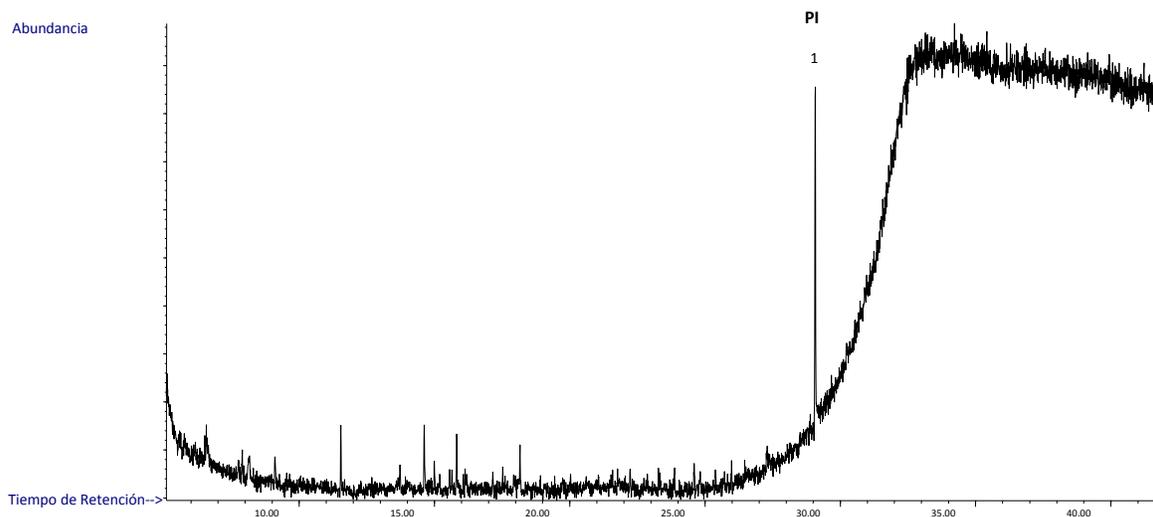


Fig. 5.28. Cromatograma obtenido del análisis por GC/MS del recipiente BA-H2-175.22, el cual tan sólo documentó el patrón interno (pico nº 1) utilizado como referente junto a trazas minoritarias e inidentificables de compuestos orgánicos.

Si tratamos de hallar una explicación a la ausencia de contenido orgánico en estos 11 recipientes, se nos plantean tres posibles respuestas. A nivel funcional, hay dos posibles situaciones que provocan la ausencia de contenido orgánico. En primer lugar, la explicación más sencilla sería que durante la vida útil del recipiente no se utilizara para contener, procesar o transportar sustancias orgánicas. En segundo lugar, podría producirse que aunque el recipiente contuviera en algún momento de su uso compuestos orgánicos, estos no dejaran residuos en su interior bien sea por el tipo de preparado al que se sometieron³⁴¹ o por su escasa presencia. Una última posibilidad se explicaría por las condiciones de conservación de estos recipientes. Como ya se ha destacado en el capítulo 4, hay diferentes agentes que pueden influir negativamente en la conservación de los ácidos grasos, tanto durante el uso del recipiente, etapa de abandono o/y el proceso de excavación, como durante su análisis en el laboratorio. En el siguiente capítulo

³⁴¹ El tipo de procesado al que se sometió el contenido orgánico influye en el grado de degradación y conservación de los residuos orgánicos. La principal diferencia reside en si se aplicó una fuente de calor para prepararlo o no (Charters et al. 1995).

volveremos sobre estas cuestiones y plantearemos la interpretación más ajustada a los resultados obtenidos.

- **La ausencia de residuo orgánico en el contexto de los recipientes argáricos**

La lectura analítica de los recipientes sin evidencias de contenido orgánico limita la información sobre su uso. Sin embargo, si focalizamos la atención en las características arqueológicas de estos recipientes podemos obtener algo más de información sobre las posibles causas que explicarían esta situación. A continuación, reunimos la información arqueológica que tenemos para estos recipientes.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de recipientes sin contenido atestiguado y su representación tipológica. No hay ninguna relación significativa entre la ausencia de contenido y el tipo de recipiente analizado. Las formas que no experimentan esta situación son F2, F6 y F8, aunque las F6 y F8 son los que menos *ítems* incluyen en este trabajo.

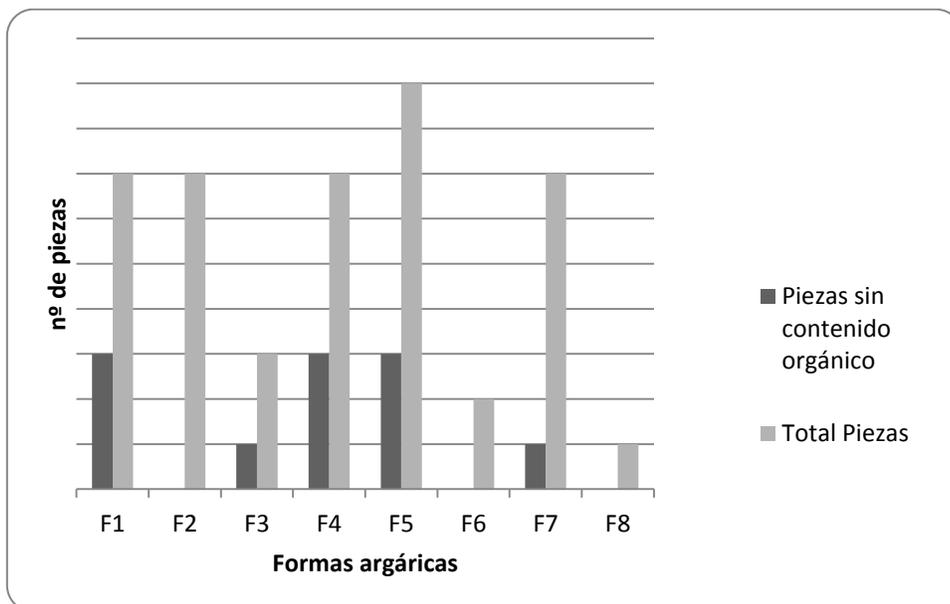


Fig. 5.29. Representación de las piezas sin contenido orgánico y su relación con el número total de piezas analizadas.

No podemos pasar por alto que el total de estas piezas representan sólo un 25% de los recipientes analizados³⁴², por lo que no podemos establecer una relación significativa con la tipología o contexto de procedencia. Sin embargo, su análisis puede ayudar a entender las causas de la falta de evidencias analíticas. En relación al contexto de procedencia, tan sólo se han recuperado 5 recipientes de contextos funerarios, y la mayoría proceden de contextos habitacionales. Si tenemos en cuenta que los contextos habitacionales presentan una mayor exposición a los agentes de degradación ambiental frente a los funerarios y que el total de piezas sin residuos documentados se recuperaron en La Bastida, ambos elementos parecen sugerir que la falta de evidencias orgánicas en estos recipientes, más que por un uso diferencial respecto al resto de artefactos, sea resultado de unas condiciones de conservación diferentes entre los asentamientos muestreados. Sin duda, el proceso de degradación postdeposicional ha sido diferente en ambos asentamientos por condiciones aún por concretar, problema sobre el que volveremos en el siguiente capítulo.

- ***Tabla 5.19: representación de las piezas cerámicas analizadas en la presente investigación***

En la siguiente tabla se sintetiza el grueso de los resultados analíticos obtenidos en el presente estudio. A fin de hacer más fácil la consulta, se detalla a continuación la definición de las diferentes categorías utilizadas.

La información arqueológica se recoge principalmente en el número de inventario de la pieza que presenta una serie de códigos. De izquierda a derecha, la información se refiere a:

- Yacimiento de procedencia: G (Gatas); BA (La Bastida); AY (La Almoloya); TL (La Tira del Lienzo).
- Ubicación en el yacimiento: H (Habitación, con el número asignado para dicho espacio). En el caso de proceder de una pieza asociada a un contexto funerario, el acrónimo será el del yacimiento más el número asignado para dicha tumba.
- Nº de triangulado geo-referencial: información referente a la ubicación espacial del objeto en el yacimiento de origen.

³⁴² No se han incluido en esta comparación los 40 recipientes que presentan signos de contaminación que invalidan la interpretación arqueológica de su contenido.

Junto al número de inventario de la pieza, en la columna de la derecha se recoge el número de inventario de las muestras analizadas por cada pieza en el que, además de los anteriores datos, se recoge un último código que sintetiza el origen y naturaleza de la muestra y cuya definición extendida se explicita en el Anexo II. En síntesis, si se refiere a una muestra control el código será RES₁ o RES₂; si es una muestra tomada de la pieza cerámica, RES₃ o RES₄, y, por último, si procede del residuo adherido y visible en el artefacto, RES₅. En aquellos casos que exista más de una muestra por pieza se diferenciarán ambas muestras con el código numérico más un decimal: RES_{1.1}, RES_{1.2}.

La columna de código hace referencia al número o referencia que se le asignó en el laboratorio analítico y que permitirá localizar la pieza más fácilmente.

La siguiente columna se refiere al contexto de amortización social del artefacto. Si procede de un nivel de circulación o piso de habitación se asigna la categoría "habitacional"; si procede de una tumba, se especifica si es una pieza utilizada como ajuar funerario o como contenedor funerario o cenotafio.

Los datos analíticos se presentan en dos columnas. La primera hace referencia al laboratorio en el que se analizó la pieza: Universidad de Bradford (UB), Servei d'Anàlisi Química (SAQ) o Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), información relevante para conocer el tipo de muestreo y protocolo que ha seguido la pieza. La segunda columna especifica el tipo de análisis a que se sometió la muestra: GC-FID; GC-MS; GC-C-IRMS).

Los resultados analíticos se exponen en tres columnas que hacen referencia a las categorías formuladas para su clasificación (ver *supra*). Los tipos de residuo orgánico se han separado en diferentes columnas a fin de evaluar de modo más gráfico y directo el tipo de residuo orgánico contenido. Aquellas muestras que presentan un tipo concreto de residuo se rellena en dicha columna "presencia"; en caso contrario, se coloca un guión bajo (_).

Los resultados del análisis isotópico se recogen en las tres últimas columnas, que detallan el valor de $\delta^{13}\text{C}$ para el C₁₆:o y C₁₈:o y la caracterización del contenido a partir de estos valores. Cuando el valor del $\delta^{13}\text{C}$ para dichos ácidos grasos no se detecta por GC-C-IRMS, se especifica con el código "n.d." (abreviatura de "no detectado").

Tabla 5.19. Síntesis de las muestras analizadas y de los resultados obtenidos

Yacimiento arqueológico	DATOS ARQUEOLÓGICOS										RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ13C 16:0 (‰)	δ13C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
La Almoloya	AY-AY11-15	51	AY-AY11-15-RES3	F8	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia		Presencia		-27,42	-30,7	Mezcla grasas rumiante/no rumiante	
	AY-AY17-12	53	AY-AY17-12-RES3	F2	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 3 (c.1950-1750 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia			-28,37	28,57	Mezcla grasas rumiante/no rumiante	
	AY-AY18-11	45	AY-AY18-11-RES3	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2a (c.1950-1750 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia					
		44	AY-AY18-11-RES5	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2a (c.1950-1750 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia			-27,56	-28,5	Mezcla grasas rumiante/no rumiante
	AY-AY18-13	47	AY-AY18-13-RES3	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2a (c.1950-1750 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia						
		46				Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2a (c.1950-1750 ANE)												Mezcla grasas rumiante/no rumiante (predominancia rumiante)
	AY-AY3-19	50	AY-AY3-19-RES3	F1	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia			-27,54	30,09	Mezcla grasas rumiante/no rumiante
		71	AY-H10-208-RES3.1	F7	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitacional	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia			-27,2	-26,7	
	AY-H10-208	56	AY-H10-208-RES3.2	F7	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitacional	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia					Mezcla grasas rumiante/no rumiante
		AY-H10-298	59	AY-H10-298-RES3.1	F7	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitacional	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.2.DE	Presencia	Presencia	Presencia			-27,61	26,86

DATOS ARQUEOLÓGICOS											RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
Yacimiento arqueológico	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ13C 16:0 (‰)	δ13C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
	AY-H10-300	55	AY-H10-300-RES3	F2	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia		Presencia		-27,02	-	Grasa animal no ruminante	
	AY-H10-301	54	AY-H10-301-RES3.1	F3	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia		Presencia		n.d.	n.d.	n.d.	
	AY-H11-1	61	AY-H11-1-RES4	F2	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Cenotafio	ICTA	GC/MS	1	1.2.E								
	AY-H11-58	57	AY-H11-58-RES3.1	F4	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS	1	1.1.V			Presencia					
	AY-H11-87	52	AY-H11-87-RES4	F2 (F2 3B Y)	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia Trazas	Presencia		-27,61	-27,21	Mezcla grasas ruminante/ no ruminante	
	AY-H11-92	66	AY-H11-92-RES3.1	F6	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 4b (c.1750-1550 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	-25,6	-	Grasa animal no ruminante	
	AY-H1-8	65	AY-H1-8-RES3	F5	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 5 (c.1750-1550 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS	1	1.1.AV								
	AY-H9-64	49	AY-H9-64-RES3	F1	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS IRMS	1	1.1.M	Presencia		Presencia		-26,02	-24,5		
	AY-H9-98	48	AY-H9-98-RES4	F7	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 4a (c.1950-1750 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS	1	1.1.M	Presencia		Presencia					
	BA-BA14-6	BRA1	BA-BA14-6-RES3	F2	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Cenotafio)	UB	GC/MS	1	1.2.D								
	BA-BA18-43	BRA2	BA-BA18-40-RES3	F5	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Ajuar)	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-BA33-6	BRA3	BA-BA33-6-RES1	F5	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
La Bastida	BA-BA40-10	BRA4	BA-BA40-10-RES3	F4	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	UB	GC/MS	2									
	BA-BA40-9	BRA5	BA-BA40-9-RES1	F5	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	UB	GC/MS	2									
		39	BA-BA40-9-	F5	Argar Inicial	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario	ICTA	GC/FID	1	1.1.A	Presencia	Presencia			-28,21	-	Grasa	

DATOS ARQUEOLÓGICOS											RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
Yacimiento arqueológico	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ13C 16:0 (‰)	δ13C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
			RES3.2		(2200-1950 cal ANE)	1950 ANE)	(Ajuar)		GC/MS IRMS							29,73		animal ruminante	
	BA-BA58-1	29	BA-BA58-1-RES3	F2	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Cenotafio)	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.V			Presencia					
		EMM013	BA-BA60-24-RES1	F6	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia						
	BA-BA60-1	26	BA-BA60-25-RES2	F6	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.V			Presencia	Presencia				
		EMM015	BA-BA60-27-RES3.2	F6	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia			-24,69	-26,7	Mezcla de grasas ideterminadas	
	BA-BA60-31	60	BA-BA60-31-RES3.2	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/MS	1	1.1.V				Presencia				
		9	BA-BA60-31-RES2	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.V			Presencia					
	BA-BA63-23	EMM011	BA-BA63-23-RES3.1	F7	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
	BA-BA63-23	EMM012	BA-BA63-23-RES3.2	F8	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
	BA-BA65-9	EMM020	BA-BA65-9-RES3	F2	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
9		EMM021	BA-BA65-9-RES5	F2	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Funerario (Ajuar)	SAQ	GC/MS	2									
	BA-BA77b-16	8	BA-BA77b-16-RES3.2	F5	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE) ?	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/FID	2									
	BA-BA78-10	11	BA-BA78-10-RES3.1	F4	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Funerario (Urna)	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.M	Presencia		Presencia					
	BA-BA78-33	4	BA-BA78-33-RES3.1	F7	Argar Pleno (1950-1750 cal ANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-BA80-11	33	BA-BA80-11-RES3	F5	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 2 (2025-1950 ANE)	Funerario (Ajuar)	ICTA	GC/FID	2									
	BA-H10-1	BRA6	BA-H10-1-RES3	F5	Argar Inicial	Fase 1 (2180-	Habitacion	UB	GC/FID GC/MS	1	1.3								

Yacimiento arqueológico	DATOS ARQUEOLÓGICOS										RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ ¹³ C 16:0 (‰)	δ ¹³ C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
			RES3		(2200-1950 calANE)	2025 ANE)	al												
	BA-H10-42	BRA7	BA-H10-42-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1									
	BA-H12-124	BRA8	BA-H12-124-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	2									
	BA-H12-8	BRA9	BA-H12-8-RES1	F4	Argar Inicial (2200-1950 calANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	2									
	BA-H12-140.2	BRA11	BA-H2-140-RES4	F4	Argar Pleno (1900/1825-1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-H2-148.2	BRA12	BA-H2-148.2-RES4	F2	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-H2-137	BRA13	BA-H2-160-RES4	F5	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-H2-167	BRA14	BA-H2-167-RES4	F7	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia						
	BA-H2-175.22	BRA15	BA-H2-167-RES5	F7	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia						
	BA-H2-175.22	BRA16	BA-H2-175.22-RES4	F7	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	2									
	BA-H2-175.9	BRA17	BA-H2-175.9-RES4	F7	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia						
	BA-H2-224	BRA18	BA-H2-224-RES4	F7	Argar Final (1750-1550 calANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.1.V				Presencia				
	BA-H2-316	BRA19	BA-H2-316-RES4	F5	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-H2-82	BRA20	BA-H2-83-RES1	F1	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.1.V			Presencia					
		BRA21	BA-H2-84-RES4	F1	Argar Pleno (1950-1750 calANE)	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								

Yacimiento o arqueólogo	DATOS ARQUEOLÓGICOS										RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	For ma	Periodizació n Arqueológica	Fase Yacimiento	Contexto amortizac ión social	Laborat orio	Técnica analítica	Clas e	Grupo y subgrup o	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ ¹³ C 16.0 (‰)	δ ¹³ C 18.0 (‰)	Caracteriz ación IRMS	
BA-H3-108-7	BRA22	BA-H3-108-7-RES4	F7	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H3-89	BRA23	BA-H3-121-RES4	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H3-83	BRA24	BA-H3-124-RES1	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.V			Presencia						
	BRA25	BA-H3-124-RES4	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H3-160	BRA26	BA-H3-160-RES3	F1	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.E									
BA-H3-72	BRA27	BA-H3-211-RES1	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.D									
	BRA28	BA-H3-211-RES4	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H3-92	BRA29	BA-H3-216-RES1	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.V			Presencia						
	38	BA-H3-216-RES4,2	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.A			Presencia						
BA-H3-21	EMM008	BA-H3-21-RES4,1	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E									
BA-H3-29	BRA30	BA-H3-29-RES3	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	2										
BA-H3-54	BRA31	BA-H3-54-RES3,1	F7	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia							
BA-H3-59	BRA32	BA-H3-59-RES4	F4	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.D									
BA-H3-60	BRA33	BA-H3-60-RES4	F2	Argar Final (1750-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia							
BA-H35-477	BRA34	BA-H35-477-RES3	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									

Yacimiento arqueológico	DATOS ARQUEOLÓGICOS										RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ ¹³ C 16:0 (‰)	δ ¹³ C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
					cal(ANE)														
BA-H3-65.10	EIMM019	BA-H3-65.10-RES4	F5	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	SAQ	GC/MS	2										
BA-H3-78	EIMM016	BA-H3-78-RES4.1	F1	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	SAQ	GC/MS IRMS	1	1.1.A	Presencia				-28,95	-	Grasa animal ruminante		
BA-H3-9	BRA35	BA-H3-9-RES3	F4	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.D									
BA-H54-174	58	BA-H54-174-RES3	F5	Argar Pleno (1900/1825-1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	ICTA	GC/MS	1	1.1.V		Presencia							
BA-H5-51	BRA36	BA-H5-51-RES4	F7	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H59-35	27	BA-H59-24-RES2.1	F3	Argar Inicial (2200-1950 cal(ANE))	Fase 2? (2025-1950 ANE)	Habitación	ICTA	GC/FID	1	1.1.V		Presencia							
	EIMM009	BA-H59-35-RES3	F3	Argar Inicial (2200-1950 cal(ANE))	Fase 2? (2025-1950 ANE)	Habitación	SAQ	GC/MS IRMS	1	1.1.A	Presencia	Presencia			-24,38	n.d.	n.d.		
BA-H59-42-ext	5	BA-H59-42-RES3.1	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal(ANE))	Fase 2? (2025-1950 ANE)	Habitación	ICTA	GC/FID	2										
BA-H59-42-int	6	BA-H59-42-RES3.3	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal(ANE))	Fase 2? (2025-1950 ANE)	Habitación	ICTA	GC/FID GC/MS	1	1.1.V		Presencia							
BA-H7-62.2	BRA37	BA-H7-62.2-RES4	F1	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H7-68	BRA38	BA-H7-68-RES1	F2	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.V		Presencia							
	BRA39	BA-H7-68-RES4	F2	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.1.A	Presencia	Presencia							
BA-H7-73.5	BRA40	BA-H7-73.5-RES4	F5	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									
BA-H7-80.2	BRA41	BA-H7-80.2-RES4	F1	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 3a (1900/1825-1775 ANE)	Habitación	UB	GC/MS	1	1.2.DE									

Yacimiento arqueológico	DATOS ARQUEOLÓGICOS										RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amortización social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ13C 16.0 (‰)	δ13C 18.0 (‰)	Caracterización IRMS	
	BA-H7-92.2	BRA42	BA-H7-92.2-RES4	F1	Argar Pleno (1900-1750 cal ANE)	Fase 3a (1900-1825-1775 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.D								
	BA-H9-50.5	40	BA-H9-50.5-RES4.2	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	ICTA	GC/FID GC/MS IRMS	1	1.1.V			Presencia		n.d.	n.d.	n.d.	
	BA-H9-85	BRA43	BA-H9-85-RES1	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	2									
		BRA44	BA-H9-85-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	2									
	BA-H9-90	EIMM002	BA-H9-90-RES4	F3	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	SAQ	GC/MS	2									
	BA-H9-91	BRA45	BA-H9-91-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.E								
		BRA46	BA-H9-99-RES1	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.E								
	BA-H9-99	BRA47	BA-H9-99-RES4	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.D								
		BRA48	BA-III-014-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.DE								
	BA-III-014	30	BAR-H76-1-RES1	F2 (F2 3B 3Y)	Argar Final (1775-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación al	ICTA	GC/FID	2									
28		BAR-H76-1-RES3	F2 (F2 3B 3Y)	Argar Final (1775-1550 cal ANE)	Fase 3b (1775-1625 ANE)	Habitación al	ICTA	GC/FID GC/MS IRMS	1	1.1.AV						-25.17	n.d.	n.d.	
BA-V-038	BRA49	BA-V-038-RES4	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Fase 1 (2180-2025 ANE)	Habitación al	UB	GC/MS	1	1.2.D									
G-MS-188	EIMM017	G-MS-188-RES4	F1	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Gatas II (2250-1950 cal ANE)	Habitación al	SAQ	GC/MS	1	1.2.E									
	EIMM004	G-MS-316-RES4	F3	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Gatas II (2250-1950 cal ANE)	Habitación al	SAQ	GC/MS	1	1.2.E									
G-ZB-2881	EIMM018	G-ZB-2881-RES4	F5	Argar Inicial (2200-1950 cal ANE)	Gatas II (2250-1950 cal ANE)	Habitación al	SAQ	GC/MS	1	1.2.E									

DATOS ARQUEOLÓGICOS											RESULTADOS GC-MS						RESULTADOS GC-C-IRMS		
Yacimiento arqueológico	Nº inventario pieza	Código	Nº inventario muestra	Forma	Periodización Argárica	Fase Yacimiento	Contexto amotzación social	Laboratorio	Técnica analítica	Clase	Grupo y subgrupo	Tipo a (grasa animal)	Tipo b (cera de abeja)	Tipo ps (residuo plantas superiores)	Tipo rp (resina de pino)	δ13C 16:0 (‰)	δ13C 18:0 (‰)	Caracterización IRMS	
	G-ZC-1030	EMM006	G-ZC-1030-RES4	F7	cal(ANE) Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	cal(ANE) Gatas IV (1700-1500 cal(ANE))	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
	G-ZC-1195	EMM007	G-ZC-1195-RES4	F4	Argar Inicial (2200-1950 cal(ANE))	Gatas II (2250-1950 cal(ANE))	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
	G-ZC-209A1	EMM003	G-ZC-209A1-RES4	F2	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Gatas IV (1700-1500 cal(ANE))	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
	G-ZC-876	EMM005	G-ZC-876-RES4	F3	Argar Final (1750-1550 cal(ANE))	Gatas IV (1700-1500 cal(ANE))	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								
La Tira del Lienzo	TL-H7-115	EMM010	TL-H7-115-RES4	F7	Argar Pleno (1950-1750 cal(ANE))	Fase 2. Primer trazado urbanístico radial (s.XIX-XVIII cal(ANE))	Habitación	SAQ	GC/MS	1	1.2.E								

