

ANFORAS ROMANAS ALTOIMPERIALES DE SALAZON. ANALITICA APLICADA Y APORTACIONES ARQUEOLOGICAS

por

Julio Martínez Maganto* y Rosario García Giménez**

Resumen: Uno de los grandes problemas respecto a la producción y comercio de salazones hispanos radica en definir correctamente los tipos anfóricos (datación, evolución, etc...) utilizados para su transporte. Este hecho es especialmente importante en la fase altoimperial en que se suceden distintos tipos de envases anfóricos cuyos límites cronológicos y espaciales no se encuentran bien definidos.

La utilización de análisis físico-químicos son fundamentales para la obtención de resultados concretos, si bien, la aplicación de estas técnicas sobre material anfórico salazero se encuentra en una fase aún incipiente. En este sentido, el presente trabajo pretende realizar un resumen de los métodos empleados para el análisis de dicho material, señalando cuáles son los más resolutivos para el trabajo del arqueólogo y comentando las conclusiones provisionales obtenidas.

Palabras-clave: Anforas Romanas. Análisis. Geoquímica.

1. INTRODUCCIÓN

Pretender llamar la atención sobre la importancia que las salazones de pescado revisten en las esferas de la producción y comercialización en la economía de la *Hispania* Antigua no deja de ser una obviedad.

En este sentido, han sido numerosos los estudios encargados en poner de relieve la naturaleza, no siempre clara, de estos productos salazeros (Grimal y Monod, 1952; Jardin, 1961; Corcoran, 1963; Besnier, 1969; Etienne, 1970; Bolens-Halimi, 1991; Martínez Maganto, 1992). Asimismo, se ha analizado el creciente número de instalaciones donde se elaboraban *salsamenta* y salsas de pescado (Ponsich y Tarradell, 1965; Curtis, 1978; Gamer, 1987), siendo espe-

* Dpto. Prehistoria y Arqueología. Univ. Autónoma de Madrid. (Cantoblanco; 28049-MADRID).

** Dpto. Geología y Geoquímica. Univ. Autónoma de Madrid. (Cantoblanco; 28049-MADRID).

cialmente numerosas en zonas como *Baetica* (Esteve, 1952; Sotomayor, 1971; Del Amo, 1976; Ponsich, 1976; Amores, 1978; Cara, Cara y Rodríguez, 1989), *Lusitania* (Baltazar, 1983; Tavares, Coelho y Soares, 1985; Tavares y Soares, 1986; Edmondson, 1987, 100 y ss.) o Norte de Africa (Foucher, 1970, 188; Posac Mon, 1971, 229; Ponsich, 1988, 103 y ss; Villaverde y Pardo, e.p.), lugares de inmejorable ubicación geoeconómica (Ponsich, 1988; Ponsich, 1991) para la explotación de la pesca y los recursos litorales.

Novedosos trabajos ponen de relieve la posible elaboración de productos salarios, no sólo en otras zonas del Mediterráneo, incluida la Península Ibérica (Sperber, 1968; Martín, 1970; Conta, 1972; Davaras, 1974; Nolla y Nieto, 1982; Bacci, 1982; Purpura, 1982 y 1988; Sánchez, Blasco y Guardiola, 1989; Martin-Kilcher, 1990; Hernández, Cau y Orfila, 1992), sino, asimismo, en diversos centros del área atlántica, especialmente en la costa septentrional de *Hispania* (Lomba, 1987; Carro, 1991; Fernández Ochoa y Martínez Maganto, e.p.), en *Gallia* (Sanquer y Galliou, 1972; Galliou, 1975; Tobie y Chansac, 1989; André, 1992) y probablemente, en *Britannia* (Bateman y Locker, 1982; Milne, 1985, 87 y ss.) y *Germania Inferior* (Immerzeel, 1990).

Asimismo, se han desarrollado algunos estudios de conjunto sobre la difusión comercial de estas producciones (Haley, 1990; Curtis, 1988 y 1991), si bien son escasos los trabajos centrados en el funcionamiento de la estructura productiva y relaciones de producción (De Francisco, 1989, 261 y ss.; Edmondson, 1990). La comercialización, eminentemente marítima, como ponen de manifiesto diversos hallazgos submarinos (González Serrano, 1963; Benoit, 1962, 156; Taillez, 1961; Bebko, 1971, 19 y ss.; Colls *et alii*, 1977; Martínez Maganto *et alii*, 1989; Liou, 1990; Liou y Domergue, 1990; Martínez Maganto, 1993; Parker, 1993, *passim...*), enfatizan, una vez más, el papel del ánfora, no sólo como protagonista de este comercio, sino, como fuente de información epigráfica, a través del reducido *corpus* de *tituli picti* conocido¹.

Sin embargo, a pesar de la importancia de este contenedor, desconocemos numerosos datos sobre su producción, evolución y difusión espacial, hecho especialmente notable en áreas geográficas de evidente protagonismo, caso de la zona meridional de *Hispania*.

Una perspectiva diferente en la investigación se abre gracias a la aplicación de técnicas analíticas físico-químicas al estudio de este material arqueológico. Aunque el empleo de dicha metodología no es extraña al mundo de la arqueología en sus múltiples facetas (Tite, 1972; Levey, 1967; Peacock, 1970; Carter, 1978), incluido la del material anfórico (Williams, 1980; Whitbread, 1986), su aplicación

¹En el trabajo anteriormente citado (Martínez Maganto, 1993, 389 y ss.) se recoge abundante bibliografía anterior sobre este tema.

al estudio y tipificación de ánforas salarias se encuentra en una fase incipiente.

Esta etapa no se verá superada hasta disponer de un elevado número de análisis sobre ánforas de distinto tipo y procedencia que permitan establecer criterios comparativos con ciertas garantías y, a su vez, definir qué métodos de análisis son los más resolutivos desde el punto de vista histórico-arqueológico.

Precisamente, las siguientes páginas pretenden contribuir a este debate tanto desde la óptica analítica como arqueológica. Para ello se realiza, primeramente, un comentario sobre las técnicas de análisis empleadas en el estudio de un heterogéneo conjunto de material anfórico salario; para, posteriormente, evaluar las conclusiones útiles que el arqueólogo puede obtener de dicho trabajo.

2. METODOLOGIA

Los trabajos de analítica desarrollados con el material anfórico se han centrado en dos elementos principales de estudio: la pasta cerámica y el baño interior de pez que cubre estos contenedores.

El estudio de la cerámica se ha desarrollado desde una doble perspectiva: por una parte se ha procedido a analizar la pasta interior que compone el recipiente cerámico en sí; por otra parte, se ha realizado un análisis puntual sobre el engobe, cuyas características y composición son diferentes a los de la propia pasta.

En ambos casos, el estudio pretende hallar criterios de clasificación válidos, que permitan distinguir familias o tipos distintos.

Por su parte, el análisis de la "pez", persigue la identificación de la naturaleza de esta sustancia, intentando esclarecer algunas cuestiones en cuanto a su origen, proceso de fabricación, etc....

Análisis de pasta

* Análisis de textura por microscopía óptica

Permite el reconocimiento de los minerales u otros elementos (chamota, microfósiles) existentes en la pasta cerámica en su estado actual. A la vez, esta técnica favorece el estudio de las características estructurales, formadas tanto durante el proceso de modelado (líneas de fluencia, orientación o alineación de componentes), como durante el proceso de cocción (vacuolas, grietas, acumulaciones minerales, diferencias de coloración...). Es, asimismo, especialmente reveladora en la identificación de los macrominerales que destacan sobre

la pasta arcillosa, tales como cuarzo, feldespatos, etc..., ofreciendo información sobre su morfología (angulosidad, etc...). Dicha información contiene detalles sobre el estado de elaboración de la pasta, hecho que, en no pocas ocasiones, permite caracterizar ciertas zonas geográficas (Pinto y Cardoso, 1990).

La preparación de la muestra, consiste en el obtención de un fragmento de suficiente tamaño (1 cm.) mediante corte o tracción, si el estado del objeto permite estas manipulaciones. En caso de una mala conservación conviene evitar la desintegración de la muestra mediante su consolidación en una resina isotópica.

Una vez obtenida la muestra, se reduce a una lámina de 20 μ , lo que asegura su translucidez. A continuación, se somete a observación con un microscopio petrográfico de luz polarizada ORTHOPLAN POL LEITZ, operación en la que se pueden emplear nícoles cruzados, potenciando así las posibilidades de identificación de los distintos componentes (Kerr, 1972, 33 y ss.). Los resultados obtenidos pueden plasmarse en papel fotográfico, que recoge la imagen microfotográfica de la muestra (FIGURA 1) o bien en papel especial, obtenido a través de la impresora del ordenador que se encuentra conectado al microscopio. De esta forma, se obtiene un archivo de imágenes susceptibles de comparación directa. Este método ha sido empleado como rasgo definitorio, con bastante éxito, en publicaciones generales sobre material anfórico (Peacock y Williams, 1986, *passim*, espec. 80).

*** Análisis semicuantitativo de composición mineralógica por difracción de Rayos X.**

Esta técnica somete a las muestras, previamente reducidas a polvo (tamaño no inferior a 2 μ) en un mortero de ágata, a la incidencia de un haz de Rayos X, de radiación monocromática, empleando para ello un difractómetro (PHILIPS PW-1035) con lámpara de Cobre. Esta lámpara emite un haz de luz que incide sobre las muestras con un ángulo determinado (ángulo de incidencia), de tal forma que se produce una respuesta concreta (ángulos de reflexión) para cada componente mineral. Así, es posible establecer cuantificaciones según la naturaleza de los componentes básicos constituyentes de la materia analizada (Brindley y Brown, 1984), siempre que éstos sean elementos cristalinos.

Por consiguiente, mediante el empleo de este sistema de análisis es posible identificar cada uno de los componentes minerales presentes en la muestra (Mannoni, 1984), así como su aportación al total de la composición.

La "respuesta" producida en cada mineral se traduce en un diagrama (FIGURA 2), en cuyo eje de abscisas figura el ángulo que forma el haz de luz de electrones con la muestra (2θ); mientras que la medida reflejada en el eje de

ordenadas hace referencia al concepto de intensidad de esta reflexión (I/I_0). Las reflexiones obtenidas se comparan con las universalmente conocidas para cada mineral².

Así pues, los factores determinantes en este gráfico no son la mayor o menor intensidad de los "picos" agudos, aspecto éste que sólo informa sobre la pureza del elemento; sino los distintos ángulos de reflexión generados por cada uno, que corresponden a los planos de reflexión de cada mineral.

*** Análisis de composición química por espectrofotometría de absorción atómica.**

Se trata de una técnica de carácter exclusivamente químico (no mineralógico), fundamentado en un análisis por vía húmeda (Bernas, 1968). Para obtener los datos deseados se somete la muestra a un ataque triácido (HF , HCl , HNO_3) que permite romper los enlaces y, por tanto, separar cada elemento químico presente en la muestra; posteriormente se procede a la transformación de éstos a un estado gaseoso, lo que permite la descomposición del compuesto molecular en átomos o moléculas simples y su identificación mediante la absorción de energía. A su vez, se realiza la fijación de la sílice mediante la utilización de ácido bórico (H_3BO_3). De esta forma, conseguimos diferenciar todos los elementos gracias a la medición realizada por espectrometría de absorción atómica (Warren, 1984).

A través de este procedimiento es posible identificar la mayoría de elementos químicos presentes en la muestra, siendo especialmente interesante la presencia de elementos poco habituales que permiten un mayor grado de comparación.

*** Reducción colórica y aplicación de la Tabla Munsell:**

Para realizar esta determinación se procede a reducir la muestra a polvo, obtenido mediante su pulverización manual en un mortero de ágata, hasta obtener partículas homogéneas de un tamaño próximo a las $20\ \mu$. Una vez realizado este proceso se obtiene un color base susceptible de comparación con los patrones-tipo correspondientes a la tabla colórica de Munsell (Lozano, 1978, 28 y ss.).

La identificación viene dada por una serie de códigos formados por un

² Quedan recogidas en las fichas *Standard Method for Assigning Designation in Metallic Systems* (A.S.T.M.).

número (que refiere el concepto "Tono"), unas letras ("Valor") y una combinación numérica ("Croma"), así como de la denominación genérica del color. Los resultados permiten distinguir las posibles diferencias o matices que existen entre las distintas muestras.

Análisis de engobe

Para la realización de dicho análisis se emplea una sistemática idéntica a la de la pasta. Es especialmente importante, para la correcta realización del análisis, separar la capa externa de engobe, mediante raspado, evitando la contaminación de la muestra con la propia base cerámica de la pasta. Posteriormente, se procede a realizar un estudio de los componentes minerales, por difracción de Rayos X, así como de los elementos químicos presentes, mediante espectrofotometría de absorción atómica, para lo cual se emplea la metodología referida anteriormente en cada caso.

Análisis de pez

Las operaciones realizadas en este tipo de análisis reproducen un procedimiento ya ensayado, en distintos laboratorios, con muestras de idéntica naturaleza. Este procedimiento, denominado cromatografía de gases (Willard, Merritt y Dean, 1971, 615 y ss.), se completa con un espectrómetro de masas. Para su desarrollo se precisa la siguiente metodología:

Las muestras sólidas obtenidas son introducidas en cloroformo hasta su total disolución, proceso facilitado por la propia naturaleza orgánica de las muestras. A continuación se realiza un proceso de metilación mediante diazometano, que favorece la separación de los distintos compuestos.

Una vez obtenida dicha separación se procede a la evaporación de la sustancia mediante un proceso de alta temperatura, para lo cual se emplea un aparato HEWLETT-PACKARD, 5890 (Serie II). Los "filtros" (columnas) del aparato, rellenas de un componente estacionario de gran área de superficie, retienen las diversas sustancias. De esta forma, todos los componentes de la sustancia pasan a través de la columna a velocidades variables y emergen en orden inverso a su retención. El espectrómetro de masas, acoplado al cromatógrafo, se encarga de separar los iones resultantes del proceso anterior según su proporción masa/carga (M/Z). Así, se obtiene una especie de "huella digital" que identifica inequívocamente cada compuesto, ya que nunca dos moléculas pueden sufrir idéntico proceso de fragmentación e ionización cuando se someten a un bombardeo

electrónico.

Finalmente, se obtienen los registros informatizados, cuyos datos respecto a los pesos moleculares, quedan ordenados de forma creciente, siendo estos resultados los que se plasman en una gráfica final.

En dicha gráfica se definen los valores "Abundancia" y "Tiempo" (FIGURA 3 A). El primero de estos valores, situado sobre el eje de ordenadas, corresponde a la concentración de compuesto; el eje de abcisas, muestra el tiempo (en segundos) de retención de la muestra en la columna, hecho fundamental, ya que el volumen de retención relativo de una sustancia, determina la identidad de la misma. Por su parte, otra gráfica (FIGURA 3 B) proporciona una relación relativa en cuanto a la concentración de compuesto (en ordenadas), comparándola con los pesos moleculares de cada sustancia (en abcisas), lo que permite identificar cada una.

3. ESTUDIO COMPARATIVO

Pasta

La composición mineralógica de las muestras, obtenidas mediante difracción, evidencia un importante grado de semejanza que debemos contrastar a través de una serie de cálculos, teniendo siempre presente que este tipo de análisis ofrece un error próximo al 10 %, de ahí su carácter "semicuantitativo".

A tenor de los resultados obtenidos, tomando como muestra un ejemplo (FIGURA 2), se puede realizar un estudio por separado de los componentes de matriz silíceo (Cuarzo, Feldespato potásico, Plagioclasa o Feldespato Cálcico-Sódico y Mica) y los de matriz carbonatada (Calcita y Dolomita). La comparación de dichos resultados permite determinar el grado de similitud que existe entre las distintas muestras, lo que posibilita individualizar un grupo de ánforas dentro de un conjunto heterogéneo y así hablar, bien de la preponderancia de una de las dos matrices, o bien de la equiparación entre ellas.

Este resultado puede (y debe) complementarse con la observación microscópica realizada previamente, procedimiento que ayuda a conocer características individualizadas sobre la estructura y textura de la pasta. De esta forma, obtenemos información sobre defectos de cocción, utilización de desgrasantes (incluida la cerámica reutilizada o chamota) o presencia de elementos naturales particulares (p.e. microfósiles, FIGURA 4), que en nuestro caso permiten definir al menos un rasgo indicativo, no presente en otras muestras. Este procedimiento puede individualizar algunas ánforas, como teóricamente procedentes de un mismo sustrato litológico o zona concreta (Pinto y Cardoso, 1990). Queda, sin embar-

go, por definir cada tipo de microfósil, lo que ofrecería unos resultados comparativamente mucho más concretos en el estudio del área de procedencia aproximada de cada individuo anfórico.

Desde el punto de vista mineralógico, la presencia de determinados elementos ofrece una interesante información sobre las características de la cocción, especialmente la temperatura de trabajo. El análisis que hemos realizado sobre diversos tipos anfóricos altoimperiales ha permitido determinar la presencia de Calcita, mineral que sufre una transformación cuando es sometido a temperaturas superiores a los 800° C., hecho que lógicamente evidencia que dicha cota no fue alcanzada en el proceso de cocción de las ánforas. Por su parte, la ausencia de Caolinita, mineral que se transforma por encima de los 500°, marca el límite inferior de la temperatura utilizada para la cocción de nuestras ánforas. Estos datos, aunque simples, son reveladores ya que la indicación sobre temperaturas de cocción, salvo excepciones (Rodríguez Gordillo y Marín, 1987/88), suele estar ausente en la bibliografía consultada sobre los hornos de producción anfórica.

Por su parte, los datos obtenidos a través del análisis químico revelan la composición de las diversas sustancias químicas existentes, entre las cuales conviene destacar la presencia de elementos poco habituales en la bibliografía especializada (Potasio, etc...). El mayor grado de especificidad geoquímica de estas sustancias permite obtener un mejor nivel de diagnóstico sobre las semejanzas o diferencias de las muestras. De esta forma, los "elementos traza" permiten identificar un mismo grupo de ánforas (Peixoto, 1990).

Naturalmente, como ya se ha comentado anteriormente, estos datos deben ser comparados con los resultados obtenidos mediante los otros tipos de análisis, con ánimo de contrastar datos e identificar, con mayor precisión, un conjunto concreto de envases dentro de un grupo heterogéneo, pues, en no pocas ocasiones, la presencia o ausencia de algunos elementos aislados no es suficientemente categórica (Józsa y Szakmány, 1987, 104).

Finalmente, la aplicación de la Tabla de Münsell, permite un cierto grado de aproximación por colorimetría. Sin embargo, este sistema de análisis es, con mucho, el más impreciso, ya que si bien su utilización es recomendable para la definición de tonos (homogéneos) de engobe (p.e. en las *sigillatas*), su aplicación al material anfórico parece poco resolutive. No en vano, la coloración de la pasta de las ánforas se encuentra condicionada por numerosos factores externos, tan variables como la cocción o la conservación del objeto. Algunos casos especialmente significativos son los materiales procedentes del medio subacuático (pecios), cuyas condiciones, absolutamente dispares, de conservación transforman la superficie e incluso el interior de las cerámicas imposibilitando cualquier intento clasificatorio. Sin embargo, numerosas publicaciones sobre la materia

siguen incluyendo clasificaciones colóricas a pesar de la oposición de reconocidos especialistas.

Uno de los aspectos más interesantes concierne a la composición litológica de algunos terrenos susceptibles de haber sido utilizados en la Antigüedad como lugares de aprovisionamiento de arcilla. Podría ser útil realizar una recogida de muestras en explotaciones de arcilla actuales, así como en alfares que hoy día continúan en funcionamiento, o bien alfares pertenecientes a diversos períodos cronológicos postclásicos de una determinada zona. Estas muestras se someten a análisis por los procedimientos habituales, con la intención de determinar las características de cada depósito de arcilla. Posteriormente, estos resultados se comparan con los ya conocidos sobre ánforas de posible fabricación local. Si los resultados arrojan datos paralelos, podemos afirmar que las ánforas estudiadas han sido fabricadas en alfares de esa zona geográfica (con ese sustrato litológico). Sin embargo, obviamente, los mejores resultados de caracterización litológica se obtienen cuando se puede disponer de un conjunto de hornos para su estudio (Tavares, 1990; Peacock y Tomber, 1991).

Este sistema de trabajo resulta adecuado cuando nos encontramos con una colección de ánforas de procedencia desconocida y pretendemos averiguar su posible fabricación en la misma zona geográfica (o en otra diferente de la que ya poseemos los datos). Tal sistema de trabajo se está empleando en dos proyectos de investigación que desarrollamos en Ceuta y Almería³ y de los que aún no disponemos de resultados definitivos.

Engobe

El análisis de las distintas muestras de engobe apunta a unos resultados similares a los de la pasta.

La observación macroscópica permite definir una delgada capa que se superpone a la pasta cerámica. Su análisis mineralógico descubre una composición formada por Calcita y Cuarzo en proporción paritaria; desde el punto de vista estructural, se trata de finísimas partículas obtenidas mediante un proceso de decantación de la arcilla, como evidencia un estudio granulométrico. Por su parte, los análisis químicos por espectrofotometría revelan una importante composición de carbonatos, óxido de calcio y sílice, como elementos dominantes.

³ Mediante subvenciones otorgadas por los respectivos Institutos de Estudios locales. El objetivo de estos trabajos es realizar la descripción arqueológica y analítica del material anfórico conservado en los Museos locales y, a su vez, ofrecer datos (provisionales) sobre la caracterización geológica de las respectivas zonas geográficas.

Pez

El empleo del término “pez” para identificar la sustancia que recubre el interior de los envases anfóricos, parece más adecuado que el de “resina”, si bien se trata de una sustancia resultante de la transformación de resina natural de origen vegetal. Precisamente, la metodología empleada para la obtención del producto es la que define su denominación (Mello y Pizzigoni, 1990, 161). Así, la “resina”, es una sustancia aromática obtenida a través de la natural exudación de la planta y cuya utilización no requiere modificaciones artificiales. Por su parte, la “pez”, propiamente dicha, se originaba como consecuencia de la destilación de la resina y se obtenía a través de un proceso de calentamiento al aire libre, lo que favorece la completa pirólisis del producto aportando su característico color negruzco o marronáceo. Esta diferencia entre ambos procedimientos y denominaciones se encuentra ya reflejada en la *Naturalis Historia* de Plinio, donde se distingue entre la *pix liquida* y la *resina* (XVI, 22).

Los resultados obtenidos mediante el empleo de la cromatografía en fase gaseosa, con espectrómetro de masas, se fundamentan en las aproximaciones que podemos establecer a través del peso molecular de las distintas muestras, que, en los casos estudiados, oscila entre 308-314 grs. (FIGURA 3 B, ejemplo tipo de 314 grs.). De esta forma, se puede afirmar que el producto analizado es un derivado del ácido abiético o ácido sílvico. Dicho elemento es el componente activo más importante de la colofonia o resina vegetal de conífera, sustancia de la que forma parte en asociación con otros ácidos resínicos similares.

En nuestro ejemplo tipo, la escala de tiempos fue acotada entre valores de 12 y 30 minutos (FIGURA 3 A). De esta forma, fue posible identificar la presencia de tres radicales básicos: el Abietato (ya citado en la muestra anterior), el Palustrato (que se evidenció a los 18.5 minutos) y el Primarato (obtenido a los 14.5 minutos). Curiosamente, un estudio analítico realizado por J.S.Mills y R.White, sobre distintos tipos de resinas (Mills y White, 1977), permitió identificar estos tres mismos elementos, en tiempos de salida muy similares, en una muestra de resina concreta: la perteneciente al subgénero de los pinos *diploxylon* (Mills y White, 1977, 23; Fig. 1 A).

Así pues, las muestras estudiadas, en su conjunto, son incuestionablemente derivados de resinas de pinácea, aunque es imposible, dentro de este amplio grupo definir con mayor grado de exactitud el tipo concreto. En general, el subgénero *diploxylon* agrupa a distintos pinos silvestres y pinastres habitualmente utilizados para la extracción de resina.

Para realizar una interpretación de estos resultados no queda más remedio que conjugar factores aleatorios, de carácter histórico-económico. En el caso de la producción y comercialización de salazones, debemos pensar que las diversas

fases del proceso productivo tendían a reunirse, por razones económicas, en un “reducido” espacio geográfico. No debe extrañar, por tanto, la ubicación de alfares de ánforas salarias, al igual que las industrias de salazón, en las cercanías de litoral, como demuestran numerosos hallazgos (Jiménez Cisneros, 1958; Pemán, 1959; Beltrán, 1977; Ramos, 1981). En este sentido, es bastante probable que el mismo bosque del que se obtenía la madera necesaria para la alimentación de los hornos albergara, asimismo, los pinos de los que se obtenía la resina. Si esta probable suposición fuera correcta, debemos seleccionar especies cuyo hábitat natural sea preferentemente “litoral”. Así, entre las especies que, dentro del subgénero *diploxylon*, presentan dichas características, destacan el Pino Silvestre (*Pinus silvestris*) y, especialmente, el Pino Marítimo (*Pinus pinaster*). Concretamente, éste último se distribuye en las inmediaciones de terrenos silíceos cercanos al mar y su utilización, como fuente de resina, se mantiene hoy día. Teniendo en cuenta estos factores, es lógico pensar que el Pino Marítimo haya sido la especie más utilizada para la obtención de la resina y la destilación de la pez. Esta conclusión no parece ser desmentida por las Fuentes Clásicas, que citan al *Pinus pinaster* entre los mejores proveedores de resina (Plinio, XVI, 16-19).

De cualquier forma, debemos tener presente las dificultades y ambigüedades que implica tratar de relacionar restos de pez con los diversos árboles capaces de proporcionar la materia prima de dicha sustancia (Celades, Pascual y Villate, 1983, 177).

Hay que señalar que la variabilidad de escasos gramos (en nuestro caso, entre 308 y 314) que presentan las distintas muestras entre sí, apuntan a un diferente estado de oxidación atmosférica de la resina inicial; si bien, puede ser atribuida, asimismo, a los diferentes orígenes de la resina madre utilizada. En ningún caso, parece razonable asociar estas diferencias de peso molecular con los procesos artificiales de obtención empleados (distinto tratamiento del producto, diferente temperatura de calentamiento, etc...), ya que el componente principal, ácido abiético, siempre estaría presente.

La constante presencia de los radicales anteriormente mencionados (Abietato, Primarato y Palustrato) hace pensar en un mismo tipo de especie vegetal. Por su parte, las escasas comparaciones que podemos establecer, con muestras obtenidas en material anfórico, para aclarar este extremo (Shackley, 1982; Formenti, 1991), indican que nos encontramos ante productos de naturaleza algo diferente, fenómeno que pudiera ponerse en relación con una especie vegetal distinta de conífera o con una zona geográfica distinta y, por tanto, con sus propias características específicas.

Ya desde la óptica de interpretación histórica, los resultados obtenidos encajan perfectamente con los datos transmitidos por las Fuentes Clásicas. En

diversos textos se indica que la pez, empleada en la Antigüedad para diversos menesteres, se obtenía a través de un proceso de calentamiento de la resina de las coníferas, siendo muy diversas las clases y calidades del producto final obtenido (Plinio, XVI, 21 y ss.). El objetivo de este proceso era la eliminación de los aceites volátiles, gracias a lo cual se obtenía, finalmente, un producto viscoso, que recibe el nombre de *picula* o *picillum* (André, 1964). La utilización de esta sustancia para la impregnación de contenedores anfóricos queda reflejada en diversos Textos Clásicos (Plinio, XIV, 27; Columella, XII, 18):

“En Italia la pez más estimada para enlucir los recipientes donde se envasa el vino es la *bruttia*, que se hace con resina de pino. En *Hispania* se extrae también del pino silvestre, mas es poco celebrada, ya que su resina es amarga, seca y de fuerte olor”.

(Plinio, XIV, 127; Según GARCIA BELLIDO, 1986, 167)

A pesar de estas descalificadoras afirmaciones, sabemos que la pez de *Hispania* y, concretamente de la *Baetica*, se exportaba junto a otros numerosos productos (Estrabón, III, 2,6).

Así pues, no cabe la menor duda del empleo de esta sustancia en la impregnación del interior de envases anfóricos (Jongkees, 1955), ya que sus características de viscosidad y consistencia (Plinio XVI, 22), eran idóneas para la impermeabilización de estos contenedores (Mello y Pizzigoni, 1990, 161). De esta forma, se lograba eliminar la porosidad de la pared cerámica y conseguir un perfecto aislamiento del producto contenido (Palladio, III, 8-9), protegiéndole de influencias externas cuya nefasta acción (quizá tras un largo lapso de tiempo) se ha constatado en alguna ocasión (Celades, Pascual y Villate, 1983, 178); por otra parte, dicha impermeabilización, garantizaba la integridad de la pared cerámica que podía verse atacada por la fuerte naturaleza química de los productos transportados, como muy bien pudiera ser el caso de las salazones. Finalmente, y por lo que respecta a las ánforas vinarias, existe cierto intento de aromatizar el vino (Plinio, XIV, 25) ya que la pez confiere un característico sabor “resinado” que tanto agradaba a los paladares clásicos.

4. CONCLUSIONES

Es evidente, a tenor de todo lo explicado en estos párrafos, que cualquier intento de generalización es absolutamente inviable. Por tanto, los resultados aquí vertidos deben tenerse en cuenta desde una óptica puramente orientativa, si bien la naturaleza homogénea de algunos de los materiales analizados (caso

de las resinas o de un mismo tipo de ánfora) pudiera evidenciar, al menos momentáneamente, unos presupuestos extrapolables. Este extremo pretende matizarse a través de un futuro trabajo de análisis completo, que permitirá concretar los resultados provisionales aquí apuntados.

Los diversos sistemas de análisis empleados, caracterizados por su ambigüedad deben ser contrastados, cruzando la información obtenida con cada procedimiento. De esta forma, aseguramos unos resultados concretos, que permiten distinguir los rasgos principales de la información accesoria. En una comparación de este tipo conviene tener muy presente el origen de las distintas muestras, ya que el proceso de adaptación al medio en el que se han conservado difiere sustancialmente de unas casos a otros. Así, no parece adecuado realizar cruces de información entre ánforas procedentes de yacimientos terrestres y ánforas procedentes de pecios (como es nuestro caso), ya que el largo proceso de inmersión en una solución salina (agua de mar) "contamina" el equilibrio químico y mineralógico original de la cerámica y de la pez, desvirtuando la información obtenida.

Respecto a la efectividad de los distintos sistemas de análisis, en el caso de la materia cerámica, el método que parece proporcionar mayor información útil para el arqueólogo, es el de descripción de la matriz de pasta mediante microscopía óptica y microfotografía. El conjunto de imágenes microscópicas permite agrupar las muestras estudiadas según sus diferentes texturas, en función del tamaño de los granos minerales o la propia composición de los mismos. Igualmente, es factible realizar agrupaciones distinguiendo las matrices preferentemente arcillosas (silicatadas) de las calcáreas (carbonatadas). Sin embargo, la aplicación de otras técnicas, como la difracción de Rayos X, pone de manifiesto ciertas deficiencias. Así, un análisis efectuado sobre ánforas de idéntica procedencia, empleando este mismo sistema, arroja resultados algo divergentes de la característica principal. Este hecho puede deberse a los distintos tratamientos que el objeto recibe, tanto durante el proceso de moldeado (diferente arcilla, diferente manufactura de pasta...) como durante la fase de cocción.

Sin embargo, la caracterización de elementos traza aporta unos datos concretos cuya especificidad pudiera tener gran validez para establecer el origen geoquímico de un conjunto de material anfórico. Este es el caso de la aparición de microfósiles entre los componentes mineralógicos de la pasta, especialmente interesantes si se lograra identificar el fósil y se pudiera confirmar su vinculación a un sustrato litológico concreto, identificándolo así como punto de origen.

Similar procedimiento se emplea en el tratamiento de los resultados obtenidos mediante el análisis químico por espectrometría, proceso mediante el cual es posible definir la presencia de un elemento poco habitual, hecho que permite caracterizar un tipo de arcillas y, por tanto, quizá una zona geográfica concreta.

Por su parte, en el caso de los análisis de pez, el método desarrollado

posibilita la identificación del producto original empleado (la resina), identificación que se vería enormemente facilitada si se dispusiera de una amplia base de datos que almacenara los resultados obtenidos en la realización de numerosos análisis. Por otra parte, la cromatografía de gases no parece ser especialmente resolutoria para establecer la antigüedad de la muestra conservada, ya que la presencia de los componentes naturales permanece invariable con independencia del tiempo transcurrido. Este factor sólo podría observarse (de forma completamente relativa) por el diferente grado de "oxidación" de la pez que recubre el interior del ánfora.

Conviene ampliar este trabajo con la incorporación de nuevas técnicas de análisis que, en nuestro caso, no ha sido posible desarrollar completamente, por el momento. Entre ellas debemos destacar para el estudio de la pasta, procedimientos como la catodoluminiscencia (Müller, Chapoulie y Schvoerer, 1986), el análisis por activación neutrónica (VV.AA., 1981) o la granulometría (VV.AA., 1990, 57 y ss.). Las dos primeras son especialmente interesantes para la definición de elementos químicos; la última técnica, útil para el estudio de desgrasantes y componentes minerales de la arcilla, presenta el inconveniente de ser excesivamente destructiva, ya que precisa al menos 50 grs. de muestra. Por su parte, el estudio de la pez podría completarse mediante el análisis de espectrofotometría infrarroja o la cromatografía en capa fina (Celades, Pascual y Villate, 1983, 173). La primera técnica no parece susceptible de arrojar una información excesivamente interesante. No así la cromatografía en capa fina, que permitiría una más completa separación de sustancias, lo que puede resultar muy útil en la definición de elementos tan difíciles de determinar como los aminoácidos.

Precisamente, una de las posibilidades hacia las que debemos orientar nuestras investigaciones, en el estudio de la pez sobre envases salarios, es la de determinar cuáles son las trazas que el transporte de dichos productos orgánicos deja "impreso" en esta sustancia. En el caso del vino contamos con la aparición de ácido tartárico (Condamin y Formenti, 1976, 153; Formenti, Hesnard y Tchernia, 1978), mientras que en el caso del aceite, se conoce la existencia de ácido palmítico y linoléico (Condamin y Formenti, 1976, 144). Pero ¿y en el caso de las salazones?. Quizá la búsqueda deba centrarse en localizar la presencia de aminoácidos, derivados de un contenido de origen animal (caso de las salsas de pescado o *salsamenta*). La principal dificultad que se debe superar para lograr dicho objetivo estriba en lograr la individualización neta entre las proteínas y los ácidos resínicos, ya que sometidos a un espectrómetro de masas, sus respuestas se superponen, impidiendo una lectura final clara; además cada tipo de pescado puede proporcionar un tipo de aminoácido diferente, en cuyo caso se hace necesario un paciente estudio de identificación y clasificación de los mismos.

A esta dificultad habría que añadir la derivada del medio de conservación, especialmente en el caso de ánforas procedentes del mar, cuya problemática ya ha sido mencionada.

La búsqueda de un sistema de análisis idóneo constituye uno de los núcleos básicos de nuestra colaboración con destacados especialistas, como F. Formenti (ICPI, Lyon), dentro del cuadro de una investigación co-dirigida por M. Bendala (UAM, Madrid) y F. Laubenheimer (CNRS, París).

BIBLIOGRAFIA

- AMORES, F. (1978): "Una nueva factoría romana de salazones en (Cádiz)". *Habis*, 9; pp. 441-453; Sevilla. Amores, 1978.
- ANDRE, J. (1964): "La Résine et la poix dans l'antiquité". *Antiquité Classique*, 3; pp. 86-95; Bruxelles.
- ANDRE, P. (1992): "Un atelier de salaisons chez les Vénètes d'Armorique". *Revue des Etudes Anciennes*, 94; pp. 41-47. Bourdeaux.
- BACCI, G.M. (1982): "Antico stabilimento per la pesca e la lavorazione del Tonno presso Portopalo". *Kokalos*, 28; pp. 345-349; Roma.
- BALTAZAR, L.F. (1983): "Indústrias romana de salga em Portugal" *Al-madam*, 1; Almada.
- BATEMAN, N. Y LOCKER, A. (1982): "The sauce of the Thames". *London Archaeologist*, 4. London.
- BEBKO, W. (1971): "Les épaves antiques du Sud de la Corse" *Corsica*, 1-3; pp. 1-53; Bastia (Corse).
- BELTRAN, M. (1977): "Problemas de la morfología y del concepto histórico-geográfico que recubre la noción tipo. Aportación a la tipología de las ánforas béticas". *Méthodes classiques et méthodes formelles...*(C.E.F.R., 10); pp. 97-131; Roma.
- BENOIT, F. (1962): "Nouvelles épaves de Provence III" *Gallia*, 20; pp. 147-176; Paris.
- BERNAS, B. (1968): "A new method for decomposition and comprehensive analysis of silicates by A.A. Spectrometry". *Analytical Chemical*, 40-11; pp. 1682-1686, London.
- BESNIER, M. (1969): Voces: "Salgama" (p. 1014), "Salsamentum" (p. 1022-1025), en Vol. IV/2. En Daremberg, CH. y Saglio, E.: *Dictio. des Antiquités Grécques et Romaines*. Graz.
- BOLENS-HALIMI, L. (1991): "Le garum en al-Andalus, un feu trouvé au fond des mers". *Gerion, Anejos III. Alimenta (Homenaje a M. Ponsich)*; pp. 355-370; Madrid.
- BRINDLEY, G.W. Y BROWN, G. (Eds.). (1984): *Crystal structures of clay minerals and their X-Ray identification*. (Mineral. Soc. London). London.
- CARA, L.; CARA, J. Y RGUEZ, J.M³. (1987): "Las Cuevas de la Reserva (Roquetas) y otras factorías pesqueras de época romana en la provincia de Almería". *Congr.Int.Estrecho de Gibraltar.*; pp. 919-934; Ceuta. (Asimismo publicado en *Bol. Inst. Est. Almerienses*, 8, de 1989; pp. 53-72; Almería).
- CARRO, X. (1991): "Adro Vello (S. Vincenzo do Grove, Pontevedra)". *Arqueoloxía. Informes*, 2. La Coruña.
- CARTER, G.F. (Ed.), (1978): *Archaeological Chemistry. A Symposium (II)*. Washington.
- CELADES, R.; PASCUAL, R. y VILLATE, E. (1983): "Estudio analítico de los revestimientos orgánicos aparecidos en el interior de las ánforas". *Informació Arqueològica*, 41;

- p. 169-178; Barcelona.
- COLLS,D; ETIENNE,R.; LIOU,B. Y MAYET,F. (1977): "L'épave Port-Vendres II et le commerce de la Bétique à l'époque de Claude". *Archeonautica*, 1, Paris.
- CONDAMIN,J. y FORMENTI,F.(1976): "Recherche de traces d'huile d'olive et de vin dans les amphores". *Figlina*, 1; pp. 143-158. Lyon.
- CONTA,G.D. (1972): "Note sulle peschiere maritime nel mondo romano". En Schmiedt,G.: *Il livello Antico del Mar Tirreno. Testimonianze dei resti archaeologici*. Firenze.
- CORCORAN,T.H.(1963): "Roman fish sauces". *Classical Journal*,58; pp. 204-209; Ohio.
- CURTIS,R.I.(1978): *The production and commerce of fish sauce in the western roman empire. A social and economic study*. Ann Arbor.
- CURTIS,R.I.(1988): "Spanish trade in salted fish products in the 1st and 2nd centuries AD.". *Int. Journal of Nautical Archaeology*, 17-3; pp.205-210; London.
- CURTIS,R.I. (1991): *Garum and salsamenta. Production and commerce in materia medica*. Leiden.
- DAVARAS,C. (1974): "Rock-cut fish tanks in Eastern Crete". *Annual British School Athens*, 69; pp.87-93; London.
- DE FRANCISCO,J. (1989): "El sector pesquero en Lusitania". En *Conquista y romanización de Lusitania*. pp.261-295; Salamanca.
- DEL AMO,M. (1976): "Restos materiales de la población romana de Onuba (I.: Dos factorías romanas de salazón)". *Huelva Arqueológica*, II; pp.23-80; Huelva.
- EDMONDSON,J.C. (1987): *Two industries in Roman Lusitania. Mining and Garum Production*. (B.A.R. Int.Ser.,362); London. Espec. pp. 100-199 y 273-279.
- EDMONDSON,J.C. (1990): "Le Garum en Lusitanie urbaine et rurale: hiérarchies de demande et de production". En *Les villes de Lusitanie romaine*. pp. 123-147; Paris.
- ESTEVE,E. (1952): "Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). Fábrica de salazón romana en La Algaida". *N.Arq.H.*, 1; pp.126-133; Madrid.
- ETIENNE,R. (1970): "A propos du <Garum Sociorum>". *Latomus*, 29; pp. 297-313; Bruxelles.
- FERNÁNDEZ OCHOA,C. Y MARTÍNEZ MAGANTO,J. (e.p.): "Las industrias de salazón en el Norte y N.O. de la Península Ibérica en época romana. Nuevas aportaciones". *Archivo Español de Arqueología*. Madrid.
- FORMENTI,F.S. (1991): "Recherche de résine dans les amphores". *Gallia*, 48; p. 260, Paris.
- FORMENTI, F; HESNARD,A y TCHERNIA,A. (1978): "Une amphore <Lamboglia 2> contenant du vin dans l'épave de la Nadrague de Giens". *Archeonautica*, 2; pp. 95-100, Paris.
- FOUCHER,L. (1970): "Note sur l'industrie et le commerce des salsamenta et du Garum". *93 Congr. Soc. Savantes. Archéologie. (Tours,1968)*; pp. 17-21; Paris.
- GALLIOU,M.P. (1975): "Les industries de salaisons en Armorique romaine". *Caesariodunum*, 10; pp. 141-156. Paris.
- GAMER,G. (1987): "Antike anlagen zur fischverarbeitung in Hispanien und Mauretarien". *Antike Welt*, 18-2; pp. 19-29; Feldmeilen.
- GARCIA BELLIDO,A. (1986): *La España del S. I de nuestra era. (Según P.Mela y C.Plinio)*. Madrid.
- GONZALEZ SERRANO,M^a.P.(1963): "Anforas romanas en las costas de Mallorca". *A.Esp.A.*,36; pp. 207-212; Madrid.
- GRIMAL,P. Y MONOD,Th.(1952): "Sur la véritable nature du <Garum>". *Rev. Études*

- Anciennes*, 54; pp. 27-38; Paris.
- HALEY, E.W. (1990): "The Fish sauce trader L. Iunius Puteolanus". *Zeitschrift Papyr. Epigraphik*, 80; pp. 72-78; Bonn.
- HERNANDEZ, M.^aJ., CAU, M.A. Y ORFILA, M. (1992): "Nuevos datos sobre el poblamiento antiguo de la Isla de Cabrera (Balears). Una posible factoría de salazones". *Saguntum*, 25; pp. 213-222, Valencia.
- IMMERZEEL, M. (1990): "Profession: negotiator allecarius. Fabrication et commerce de sauce de poissons dans le Nord-Ouest de l'Empire Romain". *Oudheid Kundige Mede Belingen*, 70; pp. 183-190, Leiden.
- JARDIN, C. (1961): "Garum et sauces de poisson de l'antiquité". *R.St.Liguri*, 17; pp. 70-96; Bordighera.
- JIMENEZ CISNEROS, M. (1958): "Beobachtungen in einem römischen Töpferbezirk bei Puerto Real, Prov. Cádiz". *Germania*, 36; pp. 469-475; Berlin.
- JONGKEES, J.H. (1955): "L'enduit intérieur des amphores romaines". *Gallia*, 13; pp. 256-257; Paris.
- JOZSA, S. y SZAKMANY, G. (1987): "Petrology". En Bezeczky, T.: *Roman amphorae from the Amber Route in Western Panonia*. (B.A., R. Int. Ser., 386); pp. 103-104; London.
- KERR, P.K. (1972): *Mineralogía óptica*. Madrid.
- LEVEY, M. (Ed.) (1967): *Archaeological Chemistry. A Symposium*. Philadelphia.
- LIOU, B. (1990): "Le commerce de la Bétique au I^{er} siècle de notre ère. Notes sur l'épave Lavezzi 1 (Bonifacio, Corse du Sud)". *Archaeonautica*, 10; pp. 125-156, Paris.
- LIOU, B. y DOMERGUE, C. (1990): "Le commerce de la Bétique au I^{er} siècle de notre ère. L'épave Sud-Lavezzi 2 (Bonifacio, Corse du Sud)". *Archaeonautica*, 10; pp. 11-124, Paris.
- LOMBA, A.M. (1987): "Contribución al estudio de la industria de salazón de época romana en el N.O. peninsular". *Lucerna (Ser. II)*, 2. Oporto.
- LOZANO, R.D. (1978): *El color y su medición*. Buenos Aires.
- MANNONI, T. (1984): "Analyses cristallographiques". En Hackens, T. y Schvoerer, M.: *Datation-Characterisation des céramiques anciennes*. (PACT, 10). pp. 235-246, Paris.
- MARTIN, G. (1970): "Las pesquerías romanas de la costa de Alicante". *Trabajos de Arq. dedicados a D. Pío Beltrán*. pp. 139-153; Valencia.
- MARTIN-KILCHER, S. (1990): "Fischsauce und fischkonserven aus dem römische Gallien". *Archäologie der Schweiz*, 13-1; pp. 37-44; Liestal.
- MARTINEZ MAGANTO, J. et alii. (1989): "Arqueología submarina en Francia. Trabajos en la Côte Vermeille". *Rev. Arqueología*, 103; pp. 44-54; Madrid.
- MARTINEZ MAGANTO, J. (1992): "Las salazones romanas. Aportes historiográficos de interés en Arqueozoología". *Archeofauna*, 1; pp. 73-81, Madrid.
- MARTINEZ MAGANTO, J. (1993): *El yacimiento submarino de <Pecio Gandolfo>. Producción y comercialización naval de salazones béticas en época altoimperial romana*. (II Vol.). Memoria de Licenciatura inédita (U.A.M.).
- MARTINEZ MAGANTO, J. Y ARNAIZ, E. (1991): "El anfora. Envase comercial por excelencia en el mundo romano." *Rev. Arqueología*, 124; pp. 26-36; Madrid.
- MELLO, E. Y PIZZIGONI, G. (1990): "Resine, peci, bitumi". En Berti, F.: *Fortuna Maris. La nave romana di Commacchio*. Bologna.
- MILNE, G. (Ed.) (1985): *The Port of Roman London*. London.

- MILLS, J.S. Y WHITE, R. (1977): "Natural resins of art and archaeology. Their sources, chemistry, and identification". *Studies in Conservation*, 22-1; pp. 12-31, London.
- MÜLLER, P., CHAPOULIE, R. y SCHVOERER, M. (1986): "Typologie des pâtes céramiques: Potentialités de la cathodoluminescence". *Soc. Fr. Etude Céramique Ant. Gaule*. Toulouse.
- NOLLA, J.M.^a Y NIETO, F.J. (1982): "Una factoria de saló de peix a Roses". *Fonaments*, 3; pp. 187-200; Gerona.
- PARKER, A.J. (1993): *Ancient shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*. (B.A.R. Int. Ser., 580). Oxford.
- PEACOCK, D.P.S. (1970): "The scientific analysis of ancient ceramics: a review". *World Archaeology*, 1-3; pp. 375-389.
- PEACOCK, D.P.S. y TOMBER, R. (1991): "Roman amphora kilns in the sahel of Tunisia: Petrographic investigation of kiln material from a sedimentary environment". En Middleton, A. y Freestone, I. (Eds.): *Recent developments in ceramic petrology*. (*British Mus. Occ. Papers.*, 81); pp. 289-304.; London.
- PEACOCK, D.P.S. y WILLIAMS, D.F. (1986): *Amphorae and the Roman economy. An introductory guide*. London y N. York.
- PEIXOTO, J.M. (1990): "Determinação da proveniência de ânforas mediante a análise química da cerâmica". *Anforas Lusitanas. Tipologia, Produção, Comércio*. (Conimbriga, 1988); pp. 273-291; Paris.
- PEMAN, C. (1959): "Alfareros y embarcaderos romanos en la provincia de Cádiz" *A.Esp.A*, 32; pp. 169-173; Madrid.
- PINTO, A.V. y CARDOSO, J.L. (1990): "Estudos sobre pastas de ânforas de fornos do Vale do Tejo e do Vale do Sado: Análises macro e microscópicas". *Anforas Lusitanas. Tipologia, Produção, Comércio*. (Conimbriga, 1988); pp. 267-271; Paris.
- PONSICH, M. (1976): "A propos d'une usine antique de salaisons à Belo". *Mélanges Casa Velázquez*, 12; pp. 69-79; Madrid.
- PONSICH, M. (1988): *Aceite de Oliva y salazones de pescado. Factores geo-económicos de Bética y Tingitania*. Madrid.
- PONSICH, M. (1991): "Prospección arqueológica: metodología para la lectura de un paisaje en la Antigüedad". 1^{er}. *Jornadas de H^a del Campo de Gibraltar. Homenaje al Prof. M. Michel Ponsich.*; pp. 15-29; Algeciras.
- PONSICH, M. Y TARRADELL, M. (1965): *Garum et Industries antiquae de salaison dans la Méditerranée Occidentales*. Paris.
- POSAC MON, C. (1971): "La Arqueología en Ceuta entre 1960-1970". *N. Arq. H.*, 15; pp. 227-235; Madrid.
- PURPURA, G. (1982): "Pesca e stabilimenti antichi per la lavorazione del pesce in Sicilia: S.Vito (Trapani, Cala Minola) y Levanzo". *Sicilia Archeologica*, 48; Trapani.
- PURPURA, G. (1988): "Pesca e stabilimenti antichi per la lavorazione del pesce in Sicilia". 2^o *Convegno Arch. Subacquea del Mediterraneo (Favignana, 1985)*. Roma.
- RAMOS, A. (1981): "El alfar romano de <El Olivar> (Chipiona-Cádiz). Aportación al estudio de las ánforas béticas de salazones". *Gades*, 7; pp. 5-25; Cádiz.
- RODRIGUEZ GORDILLO, J. y MARIN, N. (1987/88): "Estudio mineralógico de materiales cerámicos encontrados en la villa romana de Loma de ceres. Establecimiento de sus temperaturas de cocción". *Cuad. Prehist. Univ. Granada*, 12/13; pp. 231-235; Granada.
- SANCHEZ, M.^a J.; BLASCO, E Y GUARDIOLA, A. (1989): "Descubrimiento de una factoría bajoimperial de salazón de pescado en Santa Pola (Alicante)". *Saguntum (PLAV)*,

- 22; pp. 413-438; Valencia.
- SANQUER, R. Y GALLIOU, P. (1972): "Garum, sel et salaisons en Armorique gallo-romaine". *Gallia*, 30; pp. 199-223; Paris.
- SHACKLEY, M. (1982): "Gas chromatographic identification of a resinous deposit from a 6th Century storage jar and its possible identification". *Journal Archaeol. Science*, 9; pp. 305-306, London.
- SOTOMAYOR, M. (1971): "Nueva factoría de salazones de pescado en Almuñecar". *N.Arq.H.*, 15; pp. 147-178; Madrid.
- SPERBER, D. (1968): "Some observations of fish and fisheries in Roman Palestine". *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft*, 118; Wiesbaden.
- TAILLEZ, Ph. (1961): "Travaux de l'été 1958 sur l'épave du <Titan> à l'île du Levant (Toulon)". *II Cong. Int. Archeol. Sous-marine (Albenga, 1958)*. pp. 174-198, Bordighera.
- TAVARES, A.F. (1990): "Composição mineralógica de ânforas do Vale do Sado". *Anforas Lusitanas. Tipologia, Produção, Comércio. (Conimbriga, 1988)*; pp. 259-266; Paris.
- TAVARES, C.; COELHO, A. Y SOARES, J. (1986): "Fábrica de Salga de época Romana de Travessa de Frei Gaspar (Setúbal)". *I Encontro Nac.de Arqueologia Urbana (Lisboa, 1985)*. pp. 155-160; Lisboa.
- TAVARES, C. Y SOARES, J. (1986): *Arqueologia da Arrábida*. Lisboa.
- TITE, M.S. (1972): *Methods of Physical examination in Archaeology*. London y N. York.
- TOBIE, J.-L. Y CHANSAC, M. (1989): "Découvert d'une épitaphie du début de l'Empire Romain sur le site d'une usine de salaisons à Guéthary, Pyrénées-Atlantiques". *Bull. Musée Basque (Nº Extra)*. Bayonne.
- VILLAVERDE, N. Y LOPEZ PARDO, F.: "Una nueva factoría de salazones en *Septem Fratres*. El origen de la localidad y la problemática de la industria de salazones en el Estrecho durante el Bajo Imperio" (en prensa).
- WARREN, S.E. (1984): "Spectroscopie par absorption atomique". *Datation-Characterisation des céramiques anciennes (PACT, 10)*. pp. 235-246, Paris.
- WHITBREAD, I.K. (1986): "The application of ceramic petrology to the study of Ancient Greek amphorae". *Recherches sur les amphores grecques (Bull. Correspondance Hellénique, Suppl. XIII)*; pp. 95-101; Paris.
- WILLARD, H.H., MERRITT, L.L. Y DEAN, J.A. (1971): "Cromatografía de Gas". *Métodos instrumentales de análisis*. Madrid.
- WILLIAMS, D.F. (1980): "The Petrology of certain byzantine amphorae: some suggestions as to origins". *Actes Colloque Ceramique Antique, Doss. I*; pp. 99-109, Carthage.
- VV.AA. (1981): *Analyse par activation neutronique d'amphore gallo-romaines. Mise en évidence d'exportations aux frontières de l'empire. (Revue d'Archeometrie; Actes XX Symposium Int. d'Archéométrie, 1980)*. Paris.
- VV.AA. (1990): *Les mystères de l'archéologie. Les sciences à la recherche du passé*. Lyon.

Est. I

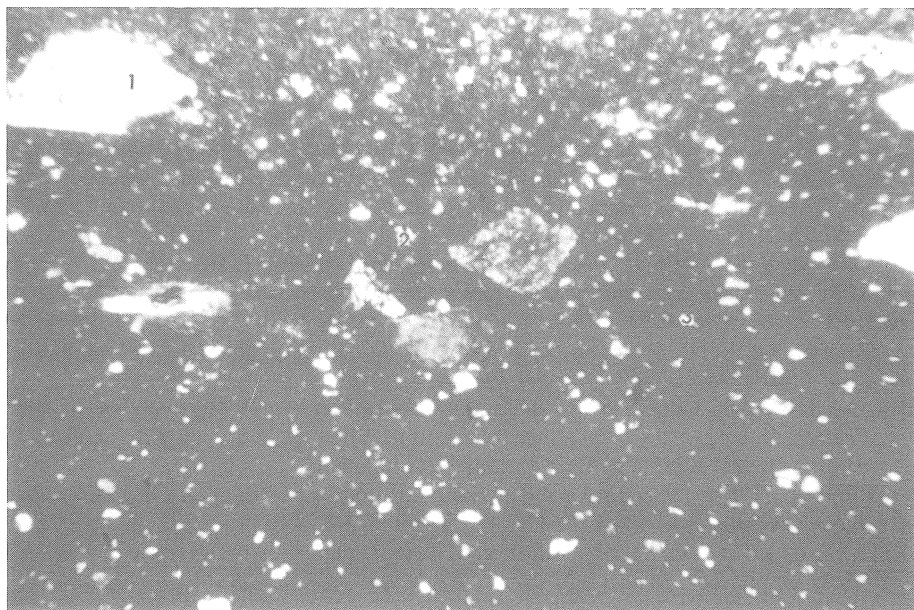


Fig. 1 — Fotografía de “lámina delgada” de una muestra cerámica de Beltrán I. Sobre una base de arcilla carbonatada, se pueden observar grandes cristales de Feldespato (1) y Biotita alterada (2). Asimismo, se constata la presencia de Chamota (cerámica reutilizada) como desgrasante (3). Escala de la diapositiva 1:0'001 cm.

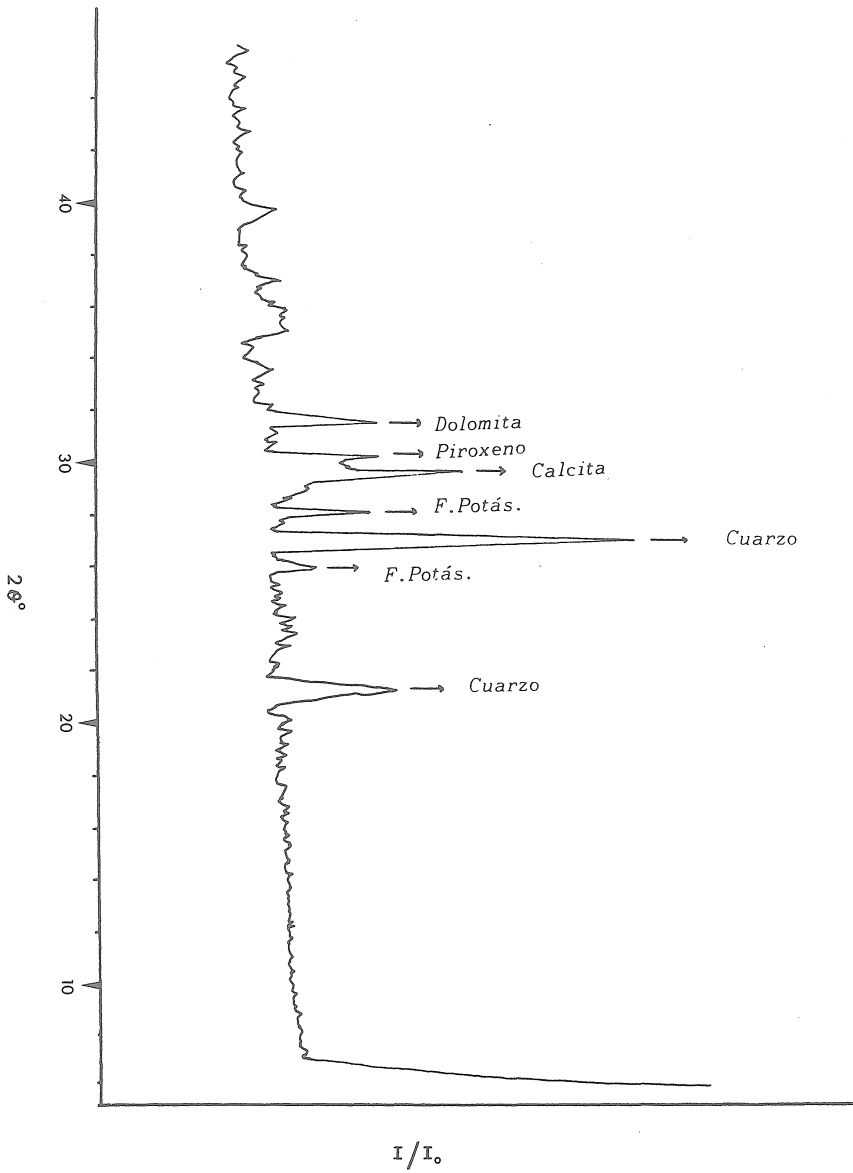


Fig. 2 — Gráfica tipo obtenida mediante difracción de Rayos X.

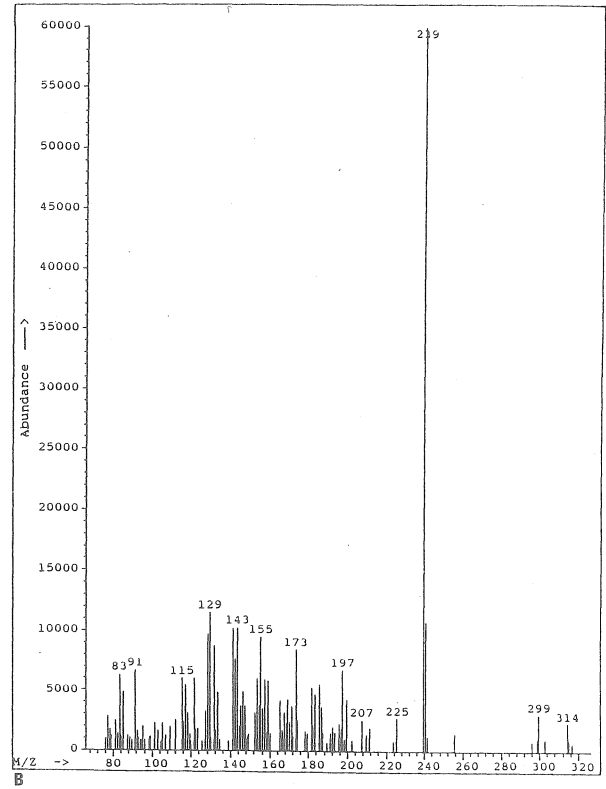
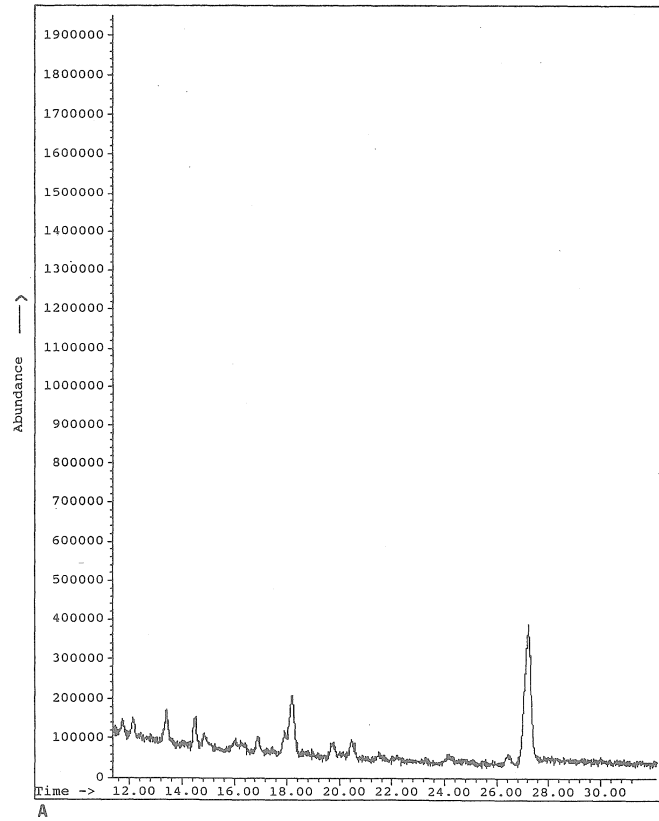


Fig. 3 — Fotografía de “lámina delgada” sobre una muestra de Beltrán II. La presencia de Feldespato seritizado (1) y Cuarzo (2) se completa con la aparición de algunos microfósiles (señalados con una flecha negra).

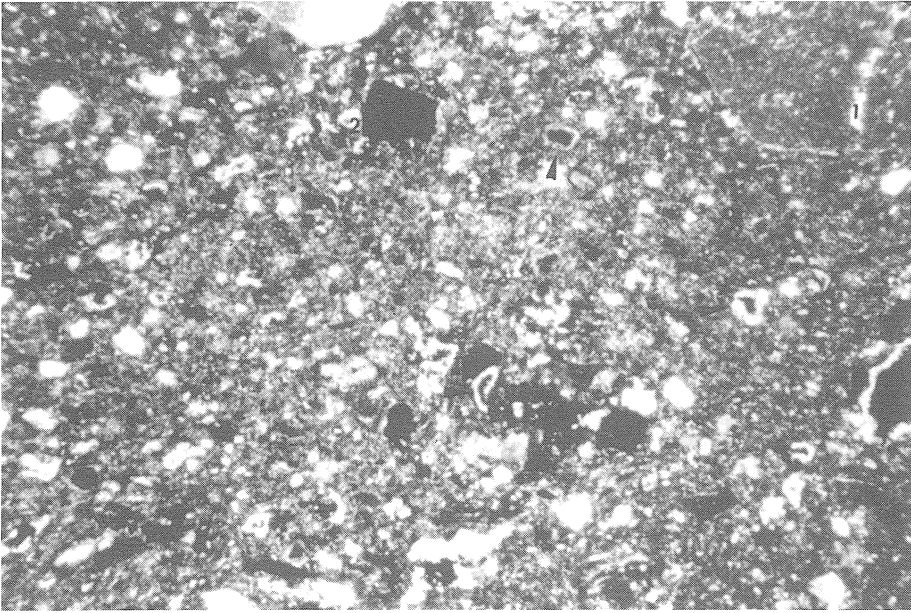


Fig. 4 — Gráficas obtenidas mediante cromatografía de gases, de una muestra de pez obtenida de una Beltrán II A. Escala de la diapositiva 1:0'001 cm.