

# LA PEZ Y LA IMPERMEABILIZACIÓN DE ENVASES ANFÓRICOS ROMANOS. ESTUDIO ANALÍTICO DE UNA MUESTRA E INTERPRETACIONES HISTÓRICO-ECONÓMICAS

POR

JULIO MARTÍNEZ MAGANTO

Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Univ. Autónoma de Madrid

Y

M.<sup>a</sup> DOLORES PETIT DOMÍNGUEZ

Dpto. de Química Analítica y Análisis Instrumental. Univ. Autónoma de Madrid

## RESUMEN

A partir del análisis químico de una muestra de la pez que recubre las paredes internas de un ánfora de salazón altoimperial romana, se realiza un estudio sobre las características y funcionalidad de esta sustancia. El objetivo perseguido es clarificar el origen y exacta naturaleza de la misma, además de aportar algunos elementos de debate sobre su producción y posible comercialización, analizando su importancia en el contexto de la economía romana.

## SUMMARY

The nature and purpose of pitch is examined on the basis of a sample taken from the inner wall of an early imperial fish-sauce amphora. The study seeks to identify the source of the pitch and its precise composition. Questions concerning the product's manufacture and its commercial applications are considered as part of a discussion of its contribution to the Roman economy.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Como se ha puesto de relieve en numerosos trabajos de investigación sobre material anfórico (Jongkees, 1955; Celades, Pascual y Villate, 1983; Formenti, 1991; Martínez Maganto y García Giménez, 1994a), la mayoría de las ánforas empleadas como contenedores de productos alimenticios, especialmente salarios y vinarios, estaban provistas en su interior de una película o baño de una sustancia negruzca, que impregnaba las paredes del recipiente y que, en ocasiones, incluso invade el labio exterior del mismo.

La identificación de dicha sustancia como pez se ha realizado conjuntando las menciones de los tratadistas clásicos en torno a la manipulación de estos contenedores (Columela, XII, 4; Plinio, XIV,

25 y XVI, 16), y a los resultados obtenidos a través del estudio analítico de la propia sustancia. Por tanto, a pesar de las distintas denominaciones empleadas en la literatura científica (betún, resina, etc.), la más adecuada es la de «pez» (Mello y Pizzigoni, 1990), ya que, además de responder a la justa naturaleza del producto, tiene su referencia en las menciones clásicas a la conocida *pix liquida* (Oribaso, VII, 28; Plinio, XVI, 22; XVI, 53), diferente de la *crapula*, *picula* o de la propia *flos crudus resinae*, denominaciones que responden a distintos momentos de la transformación del producto (André, 1964).

Sin embargo, el origen y procesado de la pez sigue sujeto a discusión. Todos los indicadores parecen apuntar a la transformación de la resina de conífera, obtenida mediante la natural exudación del árbol. Posteriormente, esta resina bruta es sometida a un proceso de calentamiento, cuyo objetivo es la eliminación de los aceites volátiles, obteniendo así una sustancia negruzca y untuosa (Plinio, XVI, 22; XXIII, 1; XXIV, 47; Escribonio, 201; Vitrubio, II, 9, 13), que podía ser utilizada en la impregnación de diversos recipientes cerámicos (Plinio, XIV, 27; Columela, XII, 18).

Su aplicación se realizaba haciendo rodar el ánfora para que la pez, en estado líquido, cubriera de forma homogénea su pared interna. Una vez finalizada dicha operación, se colocaba el contenedor en posición vertical, lo que facilitaba la acumulación de un remanente del producto en la base del mismo, frecuentemente en el pivote. A continuación se dejaba enfriar, proceso durante el cual la pez adquiría las condiciones de consistencia y vitrificación que la caracterizan. Es habitual observar sobre la superficie limpia de este producto una serie de oquedades

redondeadas, que no son sino las improntas de microburbujas formadas durante el rápido proceso de pirólisis a que se ve sometida la pez durante su transformación.

La forma en que esta sustancia se ha conservado es notablemente diferente de unos casos a otros, apreciándose distintos grados de alteración como consecuencia de la acción oxidante de agentes externos. La observación de diversas ánforas ofrece un abanico de tonalidades y consistencias, fáciles de distinguir a simple vista. Su color varía en una amplia gama de marrones, que oscila entre el amarillento y el negruzco, hasta llegar al negro brillante. Algunos investigadores, a propósito de las ánforas salarias, se cuestionan si la tonalidad amarillenta puede responder a vestigios de "pasta de pescado" más que a la descomposición de la propia sustancia (Cardoso, 1978, 69), si bien debe tenerse en cuenta que este fenómeno se observa igualmente en ánforas vinarias.

Por su parte, las consistencias van desde el aspecto sólido, en una capa completamente vitrificada muy brillante, hasta el de una textura descompuesta y granular. El medio acuático parece ser más favorable para la conservación de la pez, ya que, en tierra, sufre un proceso de degradación que la convierte en una masa de textura polvorizada y color amarillento (Formenti, Hesnard y Tcherna, 1978, 96). Aunque es obvio que dicha capa constituye un baño que recibe deliberadamente el ánfora, la intencionalidad de esta operación sigue siendo objeto de controversia. Las teorías más frecuentes apuntan al deseo de aromatizar el producto contenido en las ánforas, hecho bien conocido para los vinos, en los que el gusto «resinado» (Lamboglia, 1952, 155) era apreciado por los paladares clásicos (Columela, XII, 20 y ss.; Celso, IV, 5, 29; Marcial, III, 77 y XIII, 107; Gratio Falisco, 415; Plinio XIV, 24; Catón, XXIII, 3). En este sentido, no es extraña la ocasional utilización de piñas resineras para la obturación de la boca de ánforas vinarias durante su transporte (Lamboglia, 1952, fig. 15)<sup>1</sup>. Sin embargo, algunas consideraciones aportan argumentos en contra del *vinus resinatus*. Parece estar demostrado que la resina afecta a la coordinación motriz y es en cierto grado nociva, a pesar de ser un buen digestivo. Por otra parte, debemos tener en cuenta que la pez, en su estado líquido —*pix liquida*— no es soluble en el vino, al contrario que la resina bruta —*flos resinae*— cuyos aceites esenciales sí lo son;

<sup>1</sup> Sobre esta cuestión y algunas otras particularidades en torno a los sistemas de cierre de envases anfóricos consultar Martínez Maganto, 1992c.

por tanto, ésta última parece la más indicada para la aromatización del vino (Marcial, XIII, 107). Así pues, a tenor de todo lo comentado, parece poco probable que el enlucido interior de pez, en los contenedores anfóricos, guarde relación con aspectos palatales, debiendo buscar explicaciones más prácticas para este proceder.

Siguiendo este razonamiento, podríamos encontrar una explicación más funcional en el deseo de proteger las paredes del ánfora, ya que la fuerte naturaleza del producto transportado —rica en ácidos orgánicos— podría atacar la estructura cerámica del recipiente, degradando las partículas que cementan la pasta. Precisamente, en prevención, se impregnan las paredes interiores con pez líquida, lo que, asimismo, garantiza el total aislamiento del contenido<sup>2</sup>, evitando filtraciones, etc. (Mello y Pizzigoni, 1990, 161). Esta explicación resulta más verosímil especialmente en el caso de las salazones, ya que un contenido de esta naturaleza podría atacar la pared del ánfora, con la consiguiente alteración —rancidez, enmohecido, putrefacción...— del sabor o calidad del producto transportado.

Por tanto, una vez expuestas las diversas hipótesis, resulta obligado realizar un estudio de carácter analítico de la propia pez, encaminado a obtener datos más precisos sobre su naturaleza y componentes químicos. Para ello es imprescindible, aunque sea de forma sucinta, explicar la metodología analítica empleada.

## TÉCNICAS ANALÍTICAS

Las operaciones realizadas para el análisis de esta sustancia reproducen un procedimiento ya ensayado, en distintos laboratorios, con muestras de similar naturaleza (Condamin y Formenti, 1976; Mills y White, 1977; Formenti, 1991). La técnica analítica utilizada, denominada *Cromatografía de Gases* (Willard, Merritt y Dean, 1971, 615 y ss.; Shackley, 1982; Mills y White, 1987, 13 y ss.) se completa con el acoplamiento de un espectrómetro de masas como detector. Para su desarrollo se precisa la siguiente metodología:

Los fragmentos sólidos de pez, obtenidos mediante tracción, son introducidos en cloroformo hasta su total disolución, proceso facilitado por la propia naturaleza orgánica de las muestras. A continuación, para poder detectar posteriormente los ácidos presentes, se forman los metil-derivados de los

<sup>2</sup> Este hecho es bien conocido para la conservación de frutos (Paladio, III, 8 y ss.)

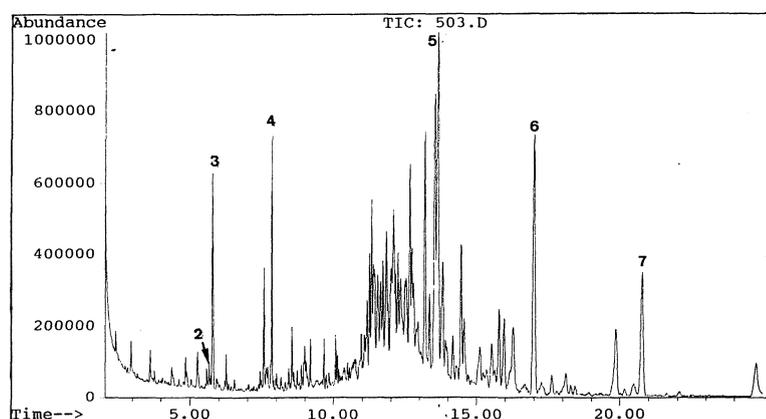


Figura 1.

mismos mediante la utilización de metilcloroformato. La muestra es entonces inyectada en el cromatógrafo de gases, empleando el helio como gas portador, hasta llegar a una columna capilar de sílice fundida que presenta una retención distinta para cada componente de la muestra, lo que produce un retardo en la elución de cada uno de ellos y, por tanto, una separación de los mismos.

Para completar el método analítico, el sistema cromatográfico acopla un espectrómetro de masas al cromatógrafo de gases, instrumento que realiza la función de «detector». Esta técnica de detección—basada en un bombardeo electrónico en condiciones de vacío concretas— es de gran especificidad, ya que permite registrar los patrones de fragmentación de cada elemento constituyente de la muestra, lo que se resuelve en forma de gráfico (como ejemplo ver fig. 2). De este modo, el espectro de masas resultante puede considerarse «la huella dactilar» del compuesto, lo que permite su identificación mediante comparación con datos ya conocidos.

El espectrómetro adquiere una serie de espectros de masas de manera continua, durante el tiempo que dura el cromatograma. La suma, en cada momento, de todos los iones resultantes da lugar al llamado T.I.C. o *Cromatograma de Iones Totales* (fig. 1), que representa—en ordenadas— la «Abundancia» de cada elemento, en función del «Tiempo» de retención—en abscisas— de dicho elemento de la columna. Cada punto de este cromatograma representa en realidad un espectro de masas completo que puede ser analizado en

cualquier momento, como se ha hecho en nuestro caso, a partir de los seis puntos seleccionados en la fig. 1, que constituyen las figuras sucesivas (figs. 2 a 7)<sup>3</sup>.

Los datos obtenidos mediante la combinación de estos procedimientos permite establecer comparaciones con otros estudios desarrollados a partir del mismo sistema analítico, siendo una excelente posibilidad para confrontar informaciones de distintas procedencias (Mills y White, 1977).

### ESTUDIO DE LA PEZ

Los resultados obtenidos, aplicando la Cromatografía de gases a muestras tomadas de distintas ánforas, ponen de relieve la extraordinaria similitud existente entre todos los casos estudiados. Precisamente por esta razón, evitando innecesarias reiteraciones, hemos optado por seleccionar el estudio correspondiente a una de las muestras analizadas, que puede adoptarse, aproximativamente, como ejemplo general. Para dicho estudio, realizado sobre la pez procedente del ánfora nº 503 del Museo Municipal de

<sup>3</sup> Con ánimo de agilizar esta exposición, recogemos brevemente las condiciones cromatográficas en las que hemos realizado estas operaciones: Columna capilar de sílice fundida 5% fenil metil silicona de fase ligada, con una longitud de 25 metros, un diámetro interno de partícula de 0.28 mm y un espesor de película de 0.25 mm Programación de temperaturas del horno: 70° C (1 minuto) 20° C/minuto. 210° C (20 minutos). Temperatura del inyector: 180° C. Temperatura del detector: 280° C. Gas portador: Helio, 1.0. ml/m Inyección: Splitless, 1 µl.

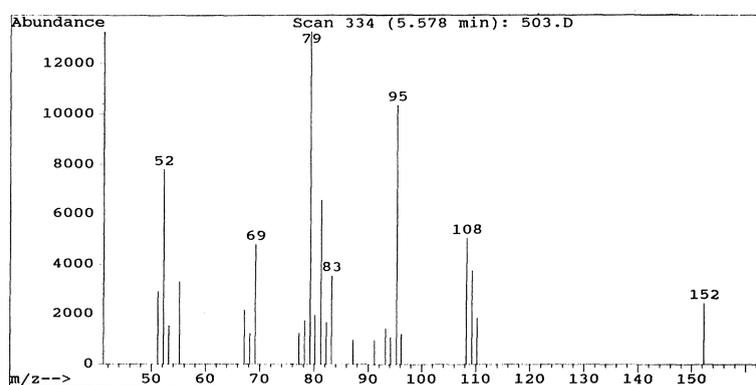


Figura 2.

Ceuta<sup>4</sup> (clasificada como variante de Dressel 11), se parte del cromatograma de iones totales (T.I.C.; fig. 1), a través del cual se localizan los componentes principales que van a ser analizados mediante el espectrómetro de masas.

Cada uno de los "picos"<sup>5</sup> que aparecen en la gráfica corresponden a los compuestos presentes, siendo proporcional el tamaño de los mismos respecto a la cantidad de compuesto existente. Normalmente, se procede a identificar los picos más representativos, siempre y cuando su estructura coincida con datos registrados en la memoria de la base de datos del ordenador. Por esta razón, algunos de dichos compuestos no han podido ser identificados de forma adecuada, al no existir un correlato lo suficientemente válido.

La relación de compuestos identificados se enumera a continuación junto a las gráficas de espectro de masas correspondientes, según se ha explicado en el apartado de Técnicas Analíticas<sup>6</sup>.

- 1.—5,578 Alcanfor [C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O] 86 % (fig. 2).
- 2.—5,769 Endo Borneol [C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O] 91 % (fig. 3).
- 3.—7,847 Cadineno [C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>] 99 % (fig. 4).
- 4.—13,654 Azufre molecular [S<sub>8</sub>] 91 % (fig. 5).
- 5.—16,974 (E,E) 2,5 Difenil 2,4 hexadieno [C<sub>18</sub>H<sub>18</sub>] 86 % (fig. 6).
- 6.—20,799 Metil éster del ácido 1, 2, 3, 4, 4a, 9, 10, 10<sup>a</sup> octahidro, 1,4a-dimetil 1-7 (1-metil) fenantrenocarboxílico [C<sub>21</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>] 94% (fig. 7).

<sup>4</sup> Agradecemos el apoyo prestado para esta investigación por el Instituto de Estudios Ceutíes y por D. Fernando Villada Paredes, Director del Museo Municipal de Ceuta.

<sup>5</sup> Existe el término técnico "peak", el cual no dejamos de considerar un evitable anglicismo. No ocurre lo mismo con el acrónimo inglés T.I.C., que aquí utilizamos al estar internacionalmente establecido.

<sup>6</sup> El primer número de orden se refiere al «pico» señalado en la fig. 1. Los números situados a continuación indican el tiempo de salida; seguidamente se identifica el elemento, aislado, así como su fórmula empírica (entre corchetes), y finalmente, en tantos por ciento, figura el grado de similitud que existe entre la muestra analizada y el patrón que para dicho producto se encuentra contenido en la base de datos del ordenador (la total igualdad supondría un 100 %). Al final se indica el número de figura que identifica la gráfica.

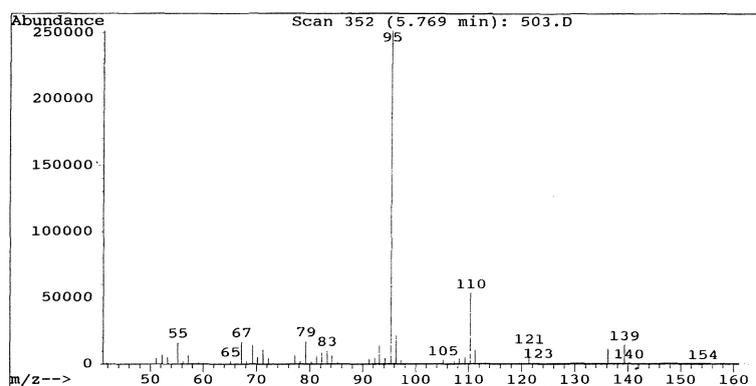


Figura 3.

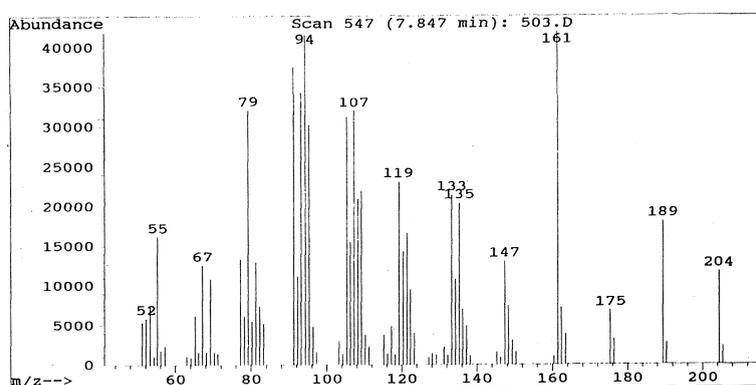


Figura 4.

En cuanto a su interpretación, todos estos compuestos son de origen vegetal y, en su mayoría, son derivados de un mismo elemento, el *Isopreno*, componente de aceites etéreos o esencias vegetales. Resultados similares pueden encontrarse en el análisis de otras sustancias de origen vegetal (Mills y White, 1987, fig. 8.1.).

Entre las sustancias específicamente analizadas destaca el *Alcanfor* (fig. 2) uno de los típicos compuestos del aceite de Trementina presente en la resina de pino, aunque también puede localizarse en aceites esenciales, siendo, en todo caso, derivado de especies vegetales. Características similares presenta el *Endo-Borneol* (fig. 3), asimismo un compuesto básico de las resinas vegetales. Esta misma similitud de origen es válida para el *Cadineno* (fig. 4). Se trata de un compuesto procedente de la resina de pino, cuya identidad es bien conocida (Torres, 1952, 408). El *cadineno* es un aceite, líquido y espeso, obtenido del enebro o de otras sustancias vegetales como las esencias de cedro, sándalo o ajeno, especies pertenecientes al género *Juniperus*.

Un compuesto que presenta unas características

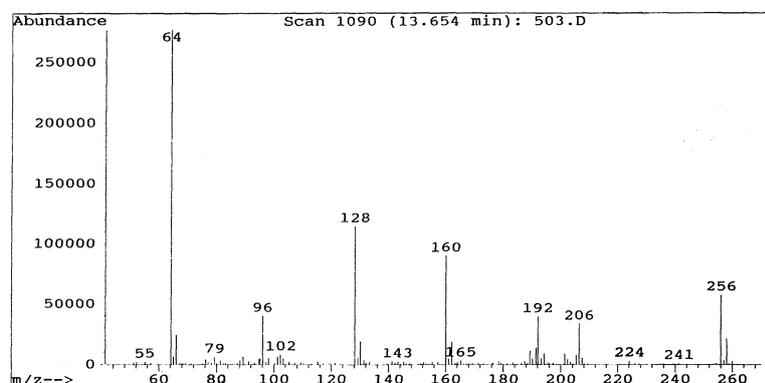


Figura 5.

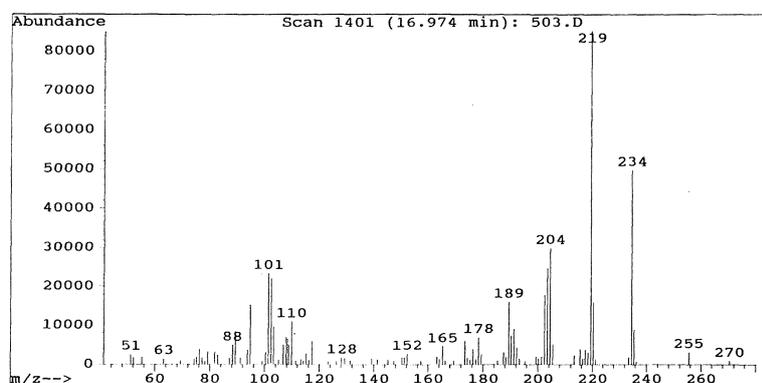


Figura 6.

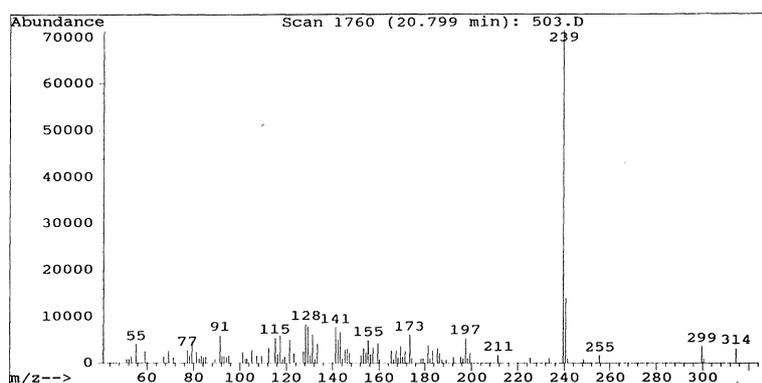


Figura 7.

totalmente diferentes es el *Azufre molecular* (fig. 5) cuya identificación, aunque extraña, no ofrece duda alguna. Mucho más difícil es determinar el origen de dicha sustancia, ya que está presente en modo molecular, no formando parte de ningún otro compuesto. Teniendo en cuenta que se desvía del resto de las sustancias, cuyo origen vegetal es evidente, las posibilidades que barajamos para su presencia son:

— Que pertenezca a una sustancia orgánica contenida en el recipiente anfórico, como podría ser el caso del pescado, aminoácido orgánico que contiene puentes de disulfuro. Sin embargo, resulta inviable, desde el punto de vista bioquímico, explicar la formación de azufre molecular puro contenido en la pez.

— Que pertenezca a un componente natural de la pez de origen mineral, no vegetal, como podría ser el caso del petróleo y sus derivados —el asfalto—, que afloran de forma natural (Herodoto, IV, 195). En tal caso, quedaría por demostrar su utilización para la confección de la pez con que se cubre el interior de las ánforas, ya que las fuentes recogidas atestiguan aplicaciones bien distintas (Vitrubio, I, 5, 8; Estrabón, XVI, 2, 45).

— Una última explicación puede ser la descomposición o alteración química de elementos no bien conocidos. En este sentido, debemos recordar que la pez, en el uso que nos ocupa, parece haber perdido su consistencia vítrea, transformándose en una sustancia de aspecto polvorizado de color negro, pero también amarillento, según los casos. Por tanto, no sería extraño que la acción de bacterias sulfato-reductoras haya transformado en azufre las proteínas, con base de azufre o de sulfatos, presentes en el contenido, aunque concurren ciertas dificultades de índole química para aceptar tal proceso. Es posible que el hidrógeno sulfurado haya sido transformado o que la descomposición

haya tenido lugar en la columna del cromatógrafo. En cualquier caso, los vestigios de azufre puede ser tomados como evidencia indirecta de la presencia de materia orgánica, rica en proteínas <sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Debemos agradecer algunas observaciones realizadas por la Dra. Françoise Formenti (ICPI de Lyon), cuya dilatada experiencia resulta muy reveladora en interpretaciones de esta naturaleza. Ello nos ha permitido afinar las hipótesis elaboradas a partir de nuestro estudio químico.

Otro compuesto (fig. 6) es el *Difenil Hexadieno* cuya identificación, aunque muy posiblemente sea un derivado vegetal no directamente resínico, nos plantea ciertos problemas.

Finalmente, un último elemento detectado ha sido el *ácido abiético* (fig. 7), uno de los componentes ácidos mejor conocidos de la colofonia o resina sólida de pino, conjunto de ácidos resínicos derivados del ya mencionado Isopreno (Torres, 1952, 411). La presencia de metil-ésteres del ácido abiético nos resulta bien conocida en la pez utilizada para el enlucido de los recipientes anfóricos, como hemos podido demostrar en breves trabajos anteriores (Martínez Maganto, 1993, II, 372; Martínez Maganto y García Giménez, 1994b).

## CONCLUSIONES

Así pues, del estudio de los resultados obtenidos a través de este análisis puntual se puede extraer una serie de conclusiones provisionales, matizadas por la comparación con resultados logrados a través de idénticas técnicas, que permiten trazar algunas hipótesis de índole histórico-económica.

En primer lugar, respecto a la *naturaleza de la pez*, resulta evidente la presencia de abundantes elementos orgánicos cuya génesis no queda clara, aunque todos los indicadores apuntan a componentes de procedencia vegetal, consecuencia de los procesos de destilación y transformación a que se somete esta sustancia. A pesar de ello no pueden descartarse otras posibles fuentes, tanto para la pez como para alguno de sus constituyentes, como es el origen mineral a partir de principios afines al petróleo —recordemos la cita de Herodoto—, aunque esta puntualización resulta del todo provisional.

En cuanto a la naturaleza resínica de estas sustancias, las pruebas realizadas son concluyentes, ya que, tanto en nuestro caso como en otros estudios similares, se detecta la presencia de elementos de origen resínico, siendo especialmente significativo el ya mencionado metil-éster del ácido abiético. No menos llamativos resultan otros compuestos localizados, de análogas características, como el Endo-Borneol o el Cadineno, cuyas propiedades ya se han comentado.

Por tanto, la muestra estudiada es incuestionablemente un derivado de resinas de coníferas, sin que, por el momento, sea posible una mayor definición con respecto a esta amplia familia de plantas arboriformes. En cualquier caso, esta conclusión viene a confirmar la utilización de resina vegetal para la obtención de la pez y el enlucido de reci-

pientes tal y como señalan diversas fuentes clásicas, lo que incluiría el modo en que ha sido tratada la *flos crudus resinae* para convertirla en *pix liquida*, así como el estado de la sustancia y los mecanismos utilizados durante su aplicación al recipiente.

Si bien se ha logrado una aceptable identificación en torno a la naturaleza de la pez, queda pendiente la resolución de cuestiones tales como *el proceso de destilación empleado* (André, 1964), los factores que afectan a la textura y coloración, o el diferente grado de conservación observado en las muestras. En este sentido, no debemos olvidar las dificultades que entraña la identificación completa de todos los componentes minoritarios que aparecen en los resultados gráficos obtenidos. En algunos casos, no ha sido posible localizar, en la base de datos del ordenador, un compuesto con un grado aceptable de similitud (superior al 80 %) al localizado en la muestra analizada. Precisamente, estas limitaciones impiden determinar si tales componentes son el resultado de la alteración de la pez o bien compuestos propios del estado natural de esta sustancia.

En cuanto a la posible *integración química del contenido y la pez*, poco es lo que podemos aportar. Sólo se ha conseguido evidenciar trazas de ciertos componentes orgánicos no propiamente vegetales que bien pudieran responder a la presencia de ácidos orgánicos derivados del pescado. El problema esencial es la identificación de grupos químicos orgánicos, ya que según ciertas opiniones (Peixoto, 1996, 123) la inalterabilidad de las moléculas de hidratos de carbono, proteínas y ácidos nucleicos pasa a ser menor que la de las moléculas de lípidos. Por otra parte, la conservación de éstas depende de su grado de insaturación, aspectos entre los que existe una proporcionalidad inversa, lo que dificulta aún más su rastreo químico.

Por ahora, parece que la búsqueda de lípidos es una de las más probables soluciones para determinar la presencia de elementos orgánicos en las ánforas, especialmente en aquellas de procedencia subacuática, ya que la naturaleza hidrófoba de estas moléculas dificulta su dispersión en medios acuosos, como ya se ha señalado en alguna ocasión a propósito de la conservación de la propia pez (Formenti, Hesnard y Tchernia, 1978, 96). Sin embargo, esta posibilidad conduce nuevamente a una vía muerta, ya que desconocemos el mecanismo que permite asignar determinados lípidos a unas u otras sustancias orgánicas preexistentes —pescado, carne, etc.—.

Esta problemática resulta, por el momento, de difícil resolución, ya que se requieren numerosas pruebas para obtener elementos de juicio más con-

cluyentes. Análisis efectuados en laboratorios franceses, con los que realizamos investigaciones paralelas<sup>8</sup>, sobre un ánfora salaria bética altoimperial (Laubenheimer, Martínez Maganto e Hillairet, 1993), arrojan resultados prácticamente idénticos (Formenti, 1993) que, en buena medida, pudieran explicarse por un similar origen de la pez, de la materia transportada por el ánfora o la combinación de ambos factores. Esperamos que este conjunto de trabajos, en los que continuamos avanzando, aporten datos novedosos en esta importante faceta de la investigación del mundo anfórico.

En el caso concreto que nos ocupa, a pesar de los limitados resultados obtenidos, sí podemos plantear algunas *cuestiones de cariz económico* que pueden derivarse del estudio de la pez y su utilización. En algunos trabajos se ha hecho hincapié en la importancia que supondría la proximidad de los hornos de producción de estas ánforas a extensos bosques, de los que podría obtenerse la materia prima empleada en el proceso de combustión. No sería extraño, por tanto, que el mismo bosque del que se obtenía la madera albergara coníferas de las que procurarse la resina madre, posteriormente transformada en *pix liquida*, para la impregnación de los recipientes. Tampoco es improbable que dicho proceso de preparación del envase se realizara poco antes de introducir en las ánforas los famosos *salsamenta* o salsas de pescado (Martínez Maganto, 1992a), quizá en las propias instalaciones salazoneras.

En este sentido, el interesante hallazgo de Olhao (Pais, 1992) puede aportar más argumentos para la futura confirmación de esta hipótesis, ya que en esta zona portuguesa, concretamente en la fábrica de salazones romanas de Quinta do Marim, fueron localizados restos de madera perteneciente a la especie *Pinus pinea*, en contexto estratigráfico fechado entre el 225 y 250 dC. Dicho hallazgo, aunque poco significativo considerado de forma aislada, podría poner en relación las instalaciones para la fabricación de salazones con la más que probable cercanía de bosques de coníferas. Estos bosques constituyen un paisaje habitual en territorios situados entre el nivel del mar y los 1000 m de altura aproximadamente (Pais, 1992, 384). Por tanto el aprovechamiento de tales zonas, cuyo nicho ecológico —litoral— coincide plenamente con el área en que se ubican las instalaciones salazoneras y los hornos anfóricos, resulta a todas luces evidente. Obrando de esta forma, se conseguirían unificar diversas fa-

ses complementarias del proceso de producción en un mismo espacio geográfico, hecho altamente beneficioso para la racionalización de la producción, como hemos defendido en otras ocasiones (Martínez Maganto, 1993, II, 373 y ss.; Martínez Maganto y García Giménez, 1994b). La complejidad económica de estos grandes centros de procesamiento es de tal magnitud (Martínez Maganto, 1992b), que esta sencilla operación, encaminada a la maximización de beneficios, no debía resultar ajena a sus intereses, dando lugar a una incipiente “economía de escala”.

Si esta suposición fuera correcta, entre las *especies arbóreas* con más probabilidades de haber sido utilizadas destaca la familia de las pináceas, como el pino piñonero (*Pinus pinea*) o, preferentemente, el llamado pino marítimo (*Pinus pinaster*), cuyo hábitat y características resínicas resultan idóneos para el uso anteriormente mencionado<sup>9</sup>. Hoy día esta conífera es utilizada para la extracción de Trementina y Colofonia, uno de cuyos componentes, el Alcanfor, está presente en la muestra analizada. Plinio identifica este árbol como una de principales fuentes de obtención de la pez (Plinio, XVI, 17). Asimismo, la ya mencionada presencia de Cadineño entre las sustancias identificadas parece evidenciar la utilización de diversos árboles adscritos al género *Juniperus*, entre los que destaca el enebro de miera (*Juniperus oxycedrus*) o las variantes de sabinas (*Juniperus thurifera*, *Juniperus phoenicia* y *Juniperus navicularis*) —estas últimas de significativa taxonomía—, árboles especializados en la ocupación de dunas litorales (Ferrerías y Arozena, 1995, 229), especialmente la llamada sabina marina (*Juniperus sabina*). Estas especies constituyen algunos de los componentes más habituales del bosque esclerófilo climácico en áreas mediterráneas, antes de iniciarse el proceso de desertización como consecuencia de la acción antrópica y/o climática (Casado y Ortega, 1991, 23 y ss.). Su utilización, por tanto, no sólo resulta lógica, sino que adquiere verosimilitud si consideramos los resultados obtenidos del análisis de pez procedente de nuestra ánfora romana.

Finalmente, respecto al posible *origen geográfico de la pez*, poco es lo que podemos afirmar. Conocemos referencias sobre la proverbial riqueza de la *Baetica*, exportadora de una importante cantidad de productos (Ponsich, 1990) entre los que se en-

<sup>8</sup> Trabajos desarrollados bajo la supervisión de las Dras. F. Laubenheimer (CNRS, París) y F. Formenti (ICPI, Lyon).

<sup>9</sup> La presencia de pinos en áreas mediterráneas durante la Antigüedad, incluso en centros urbanos litorales, no es mera suposición. Restos carbonizados de *Pinus pinea* han sido localizados en varios lugares en torno al Vesubio, como es el caso de Pompeya u Oplontis (MEYER, 1988, 201).

cuentra la pez (Estrabón, III, 2, 6). Sin embargo, desconocemos hasta qué punto la zona tingitana producía resina en cantidad y calidad suficientes para satisfacer este sector de la actividad productiva. La posible fabricación de estos envases en la zona norteafricana, especialmente en torno a *Septem Fratres*, de donde procede la muestra analizada, se vería potenciada no sólo por la facilidad de acceso a la prestigiosa pez bética, sino, incluso, por la posible obtención de dicha sustancia en la zona a partir de coníferas propias de bosque marítimo mediterráneo, como el que, aún en la actualidad, posee Ceuta. Además, la propia producción de salazones parece quedar atestiguada en este estratégico enclave urbano (Villaverde y López Pardo, 1995) de importante actividad económica (Fernández García, 1983; Hita y Villada, 1991), aunque no así la de ánforas. Sin embargo, ningún rasgo presente en la muestra analizada permite establecer atribuciones más sólidas. Por otra parte, el entorno del Estrecho y, por ende, del Mediterráneo debía presentar tal grado de similitud ecológica, que cualquier esfuerzo distintivo, en este sentido, resulta vano por el momento.

Otra alternativa que debe considerarse es la del intercambio de la pez, especialmente si tenemos en cuenta la multiplicidad de zonas productoras (Plinio, XIV, 24) y la distinta consideración que merecían sus producciones. En este sentido, son varios los hallazgos o citas textuales en los que se constata la existencia de ánforas repletas de pez, cuya utilización atestiguan menciones indirectas (Frontino, IV, 7). A ellos debemos añadir algunos hallazgos "terrestres" como el de Vicus de Braives (Martin Kilcher, 1994, 451), en el que se constata la presencia de un recipiente con la inscripción *RESIN(a) ROM(...??)*, sobre el que pueden construirse diversas suposiciones.

Sin embargo, todo planteamiento respecto al comercio de esta sustancia no deja de ser infructuoso ya que, cada vez que se alude al problema de la comercialización, se olvida incluir un estudio del correspondiente paleopaisaje que permita clarificar qué zonas, siempre en teoría, pudieran considerarse deficitarias en esta sustancia —y por tanto potenciales importadoras— y cuáles pudieran ser netas exportadoras, lo que avalaría la tesis del comercio a gran escala. Asimismo, conviene tener en cuenta que el hallazgo de ánforas repletas de resina, su almacenamiento o localización en pecios, no implica un intercambio comercial de dicho producto —que muy bien pudiera ser utilizado en otros menesteres, como construcción, iluminación, perfumería, marinería, etc.— sino más bien su simple

transporte o uso —como en el citado hallazgo de Vicus de Braives.

En cualquier caso, no se pretende negar taxativamente la compra/venta o comercialización cotidiana de esta sustancia y sus derivados, hecho suficientemente demostrado en el *Edictum de Pretiis*, donde se establece el coste de productos como *picis durae*, *picis liquidae*, *resinae*, etc. (Giacchero, 1974, 212; *Edictum*, 33, 7 y ss.). Se trata, más bien, de discutir —como en alguna ocasión se defiende— su posible *comercialización masiva*, teoría de gran complejidad económica debido a las infraestructuras, mercados e itinerarios que su existencia implica.

Respecto al hallazgo ocasional en pecios (Pascual, 1968; Formenti y Joncheray, 1995, 136), recordemos que en el *Ile Maire B*, también fue localizada un ánfora repleta de cal (Benoît, 1956, 28) con un tapón provisional, sin que ello presuponga la "comercialización" de dicho producto, sino su utilización puntual en otras actividades económicas, como se ha pretendido evidenciar<sup>10</sup>. Sólo futuros hallazgos, con documentación epigráfica más completa, permitirán verificar la importancia del discutido comercio de la pez.

Debemos continuar, por tanto, a la espera de novedades que clarifiquen éste y otros aspectos en torno a la utilización de resina y pez en la Antigüedad. Sin embargo, las modernas técnicas de análisis han permitido diagnosticar, incuestionablemente, el origen vegetal de la pez presente en los contenedores anfóricos, corroborando una vez más las aseveraciones de diferentes tratadistas clásicos. Quedan, sin embargo, numerosos estudios por realizar en este campo de la investigación, en los que la utilización de una metodología interdisciplinar, basada en técnicas arqueológicas y análisis químicos, depara, por el momento, esperanzadores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDRÉ, J. (1964): "La résine et la poix dans l'Antiquité", *Antiquité Classique*, 3, 86-95. Bruxelles.
- BENOÎT, F. (1956): "Épaves de la Côte de Provence. Typologie des amphores", *Gallia*, 14, 23-34. Paris.
- CARDOSO, G. (1978): "Anforas romanas no Museu do Mar (Cascais)", *Conimbriga*, 17, 63-78. Coimbra.
- CASADO, S. y ORTEGA, A. (1991): *El bosque mediterráneo*. Madrid.

<sup>10</sup> Al respecto, Martínez Maganto, 1992c, 55.

- CELADES, R.; PASCUAL, R. y VILLATE, E. (1983): "Estudio analítico de los revestimientos orgánicos aparecidos en el interior de las ánforas", *Informació Arqueològica*, 41, 169-178. Barcelona.
- CONDAMÍN, J. y FORMENTI, F. (1976): "Recherches de traces d'huile d'olive et de vin dans les amphores antiques", *Figlina*, 1, 143-158. Lyon.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M<sup>a</sup>. I. (1983): *Aportaciones al estudio del comercio antiguo a través de los hallazgos submarinos de la zona de Ceuta*. Ceuta.
- FERRERAS, C. y AROZENA, M<sup>a</sup> E. (1995): *Guía Física de España, 2. Los Bosques*. Madrid.
- FORMENTI, F. S. (1991): "Recherche de résine dans les amphores" [Annexe II de Laubenheimer, 1991], *Gallia*, 48, 260. Paris.
- FORMENTI, F. S. (1993): "Des protéines dans une amphore de type Pompéi VII" [Anexo a Laubenheimer, Martínez Maganto e Hillairet (1993)], *Aquitania*, 11, 251-253. Bordeaux.
- FORMENTI, F. S.; HESNARD, A y TCHERNIA, A. (1978): "Une amphore 'Lamboglia 2' contenant du vin dans l'épave de la Nadrague de Giens", *Archaeonautica*, 2, 95-100. Paris.
- FORMENTI, F. S. y JONCHERAY, J.-P. (1995): "Recherche d'acide tartrique sur une amphore de type Keay XXV provenant de l'épave Héliopolis 1 à Hyères, île du Levant". Anexo II a BEN LAZREG, N. et alii (1995): "Production et commercialisation des *salsamenta* de l'Afrique ancienne", *VII Cong. Int. 'L'Afrique du Nord antique et médiévale'*, 103-142.
- GIACCHERO, M. (1974): *Edictum Diocletiani et Collegiarum de pretiis rerum venalium*. Genova.
- HITA, J. M<sup>a</sup> y VILLADA, F. (1991): "Descubriendo el pasado de Ceuta. Una aproximación a la historia del Istmo de Ceuta en época romana", *Publicaciones eventuales del grupo de investigación 'Poblamiento y territorio durante la época romana'*. Ceuta.
- JONGKEES, J. H. (1955): "L'enduit intérieur des amphores romaines", *Gallia*, 13, 256-257. Paris.
- LAMBOGLIA, N. (1952): "La nave romana di Albenza", *R. St. Liguri*, 18 (3-4), 131-212. Bordighera.
- LAUBENHEIMER, F. (1991): "Les vides sanitaires et les amphores de la Porte d'Orée à Fréjus (Var)", *Gallia*, 48, 229-265. Paris.
- LAUBENHEIMER, F.; MARTÍNEZ MAGANTO, J. e HILLAIRET, J. L. (1993): "Inscription sur une amphore à thon de Bétique (Saintes, Charente-Maritime)", *Aquitania*, 11, 243-250. Bordeaux.
- MARTÍN-KILCHER, S. (1994): *Die Römischen Amphoren aus Augst und Kaiseraugst (Vol. 2)*. Augst.
- MARTÍNEZ MAGANTO, J. (1992a): "Las salazones romanas. Aportes historiográficos de interés en Arqueozoología", *Archeofauna*, 1, 73-81. Madrid.
- MARTÍNEZ MAGANTO, J. (1992b): "La técnicas de pesca en la Antigüedad y su implicación económica en el abastecimiento de las industrias de salazón", *Cuad. Prehistoria y Arqueología de la U.A.M.*, 19, 219-244. Madrid.
- MARTÍNEZ MAGANTO, J. (1992c): "Sistemas de 'pre-cintado' en envases anfóricos de época romana. Consideraciones sobre su variedad e importancia económica", *Bol. Asociación Esp. Amigos de la Arqueología*, 32, 51-57. Madrid.
- MARTÍNEZ 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.). Madrid.
- MARTÍNEZ MAGANTO, J. y GARCÍA GIMÉNEZ, R. (1994a): "Anforas romanas altoimperiales de salazón. Análítica aplicada y aportaciones arqueológicas", *1º Congreso de Arqueología Peninsular (Oporto, Octubre de 1993)*. Porto.
- MARTÍNEZ MAGANTO, J. y GARCÍA GIMÉNEZ, R. (1994b): *Geoquímica y Arqueología. Investigación sobre el material anfórico almeriense: Anforas altoimperiales de salazón* (Memoria de Investigación inédita). Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- MELLO, E. y PIZZIGONI, G. (1990): "Resine, peci, bitumi". En Berti, F.: *Fortuna Maris. La nave romana di Commacchio*, 161-162. Bologna.
- MEYER, F. G. (1988): "Food plants identified from carbonized remains at Pompei and other Vesuvian sites", *Studia Pompeiana & Classica in honor of W. J. Jashemski (Vol. I)*, 183-230.
- MILLS, J. S. y WHITE, R. (1977): "Natural resins of Art and Archaeology. Their sources, chemistry and identification", *Studies in conservation*, 22-1, 12-31. London.
- MILLS, J. S. y WHITE, R. (1987): *The Organic Chemistry of Museum Objects*. London.
- PAIS, J. (1992): "Pineus pinea L. do estabelecimento romano de produção de salga de peixe da Quinta do Marim (Olhão)", *Setúbal Arqueológica*, 9/10, 383-384. Setúbal.
- PASCUAL, R. (1968): "Algunos aspectos del comercio antiguo según las ánforas", *I Reunión H<sup>a</sup> de la economía antigua de la P. Ibérica*, 67-79. Valencia.
- PEIXOTO, J. M. (1996): "Caracterização de materiais arqueológicos", *Al-Madan*, II Ser, 5, 122-130. Almada.

- PONSICH, M. (1990): *Aceite de oliva y salazones de pescado. Factores geoeconómicos de Bética y Tingitania*. Madrid.
- SHACKLEY, M. (1982): "Gas chromatographic identification of a resinous deposit from a 6<sup>th</sup> Century storage jar and its possible identification", *Journal Archaeol. Science*, 9, 305-306, London.
- TORRES, A. (1952): *Química Orgánica II*. Madrid.
- VILLAVERDE, N. y LÓPEZ PARDO, F. (1995): «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», *II Congreso del Estrecho de Gibraltar (Vol. II)*, 455-472. Madrid.
- WILLARD, H. H.; MERRITT, L. L. y DEAN, J. A. (1971): "Cromatografía de Gas", *Métodos instrumentales de análisis*. Madrid.