

JORDI JUAN I TRESSERRAS\*

## LA CERVEZA: UN PRODUCTO DE CONSUMO BÁSICO ENTRE LAS COMUNIDADES IBÉRICAS DEL N. E. PENINSULAR

*In the last years archaeometric research will be allow an important enrichment of our knowledge about archaeological sites. The simultaneous combination of experimental archaeobotanical works with the study of macro, microremains and organic residues provides information on a plurality of products that we only had know by literary sources: i.e. the beer study-case (Juan-Tresserras 1997a, 1997b, 1998a, 1998c; Stika 1998).*

*In this study, we present the results of our research based on theelaboration, distribution and consumption of beer by the Iberiancommunities at the NE of the Iberian Peninsula.*

### I. LOS PRODUCTOS FERMENTADOS

Las fermentaciones pueden ser de dos tipos: alcohólicas o lácticas. Este proceso supone la reducción química de sustancias orgánicas complejas a sustancias más simples. La fermentación conduce a la formación de alcoholes y ácidos orgánicos a partir de azúcares. En general, tiene lugar por infusiones de materiales vegetales como consecuencia del desdoblamiento de los hidratos de carbono por acción microbiana. La fermentación tiene un impacto variable en la composición vitamínica, produciéndose un incremento de la B2.

Las comidas fermentadas se pueden almacenar durante largos periodos. Su conservación está relaciona con la formación de ácidos que disminuyen el pH e inhiben el desarrollo de bacterias (Fleming *et alii*, 1983; Steinkraus, 1994; Wang y Hesseltine, 1981). Por otro lado, este procesado también puede contribuir a la extracción de toxinas (Zamora y Fields, 1979). Por regla general, este tipo de preparaciones puede realizarse con productos vegetales, cárnicos, pescados o lácteos.

En relación a los vegetales existen diferentes preparaciones documentadas a base de cereales, legumbres, nueces, oleaginosas, raíces y verduras. Los productos más usuales son comidas/bebidas alcohólicas,<sup>1</sup> vinagres, vegetales en vinagreta, salsas, quesos, yoghurt, pastas de harina, carnes y/o pescados, panes leudados y pastas agrias (Farr, 1983).

La mayor parte de sociedades primitivas estudiadas en este siglo, entre las que se incluyen grupos de cazadores-reco-

lectores, son capaces de fabricar bebidas alcohólicas por fermentación. Estas bebidas se fabrican periódicamente, en función de la estación y se consumen rápidamente. Existen fuertes convencionalismos sociales que limitan el consumo y lo vinculan, por lo general, a festividades y rituales.

La cerámica porosa es un elemento idóneo para la fermentación, así como para su uso continuo, ya que quedan residuos en los poros que facilitan el procesado en nuevas preparaciones (Arrhenius, 1984 y 1985; Arrhenius y Lidén, 1988; Arrhenius y Slyta, 1981).

En el caso particular de los cereales, que es el objeto de nuestro estudio, la fermentación permite una mejor digestión de los granos, debido a la reducción de los almidones a azúcares más solubles (Kazanas y Fields, 1981). Según el tipo de fermentación, láctica o alcohólica, podemos distinguir diferentes tipos de preparaciones.

Sin duda, las fermentaciones con levaduras permiten obtener productos de consumo generalizados. Las levaduras, pertenecientes a los ascomicetos, actúan de dos formas: en ausencia de oxígeno fermentan los azúcares transformándolos en alcohol etílico; en presencia de oxígeno oxidan los azúcares, produciendo dióxido de carbono, gas responsable de la formación de oquedades en la masa del pan. Las más conocidas son la *Saccharomyces cerevisia*, utilizada en la producción del pan y la cerveza, y *S. sllipsoideus* para la elaboración del vino.

Entre los diferentes productos fermentados a base de cere-

\* SERP, Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Baldiri i Reixac, s/n, Torre B, pis 11.  
E-mail: juan@trivium.gh.ub.es

ales destacaríamos las gachas y cremas agrias, mezclas con productos animales, panes leudados y bebidas. En el registro arqueológico peninsular únicamente tenemos constancia de mezclas de productos lácteos con cereales y de bebidas como la cerveza.

Las mezclas de cereales y productos lácteos, generalmente fermentados, son también alimentos duraderos y de gran riqueza proteica. En el poblado del Bronce Final de Genó (Aitona, Lleida) y en el asentamiento de la I Edad del Hierro de El Solejón (Soria) se han identificado restos de este producto (Juan-Tresserras, inédito). En la actualidad, en el área mediterránea encontramos productos similares como el *kishk* o *kishuk*, preparación tradicional del Medio Este europeo y de los países árabes, elaborado con un mezcla de *yoghurt* y *bulgur* de trigo (aunque también se prepara con maíz y/o legumbres). Los ingredientes se mezclan y, tras un proceso de fermentación, se da forma a la pasta resultante (formas redondeadas o irregulares) que, por lo general, se deja secar al sol durante unos 3 días. En todas las fermentaciones de *kishk*, los contenidos proteicos y el nivel de ácido láctico se incrementan durante la fermentación, mientras que el contenido de glucosa y el pH decrecen (Reiss, 1994).

Existen diferentes bebidas elaboradas con cereales. Sin duda, la más conocida es la cerveza, elaborada con malta de cebada y/o trigo,<sup>2</sup> bebidas fermentadas similares se obtienen a base de avena, arroz, mijo, sorgo, maíz y otros cereales.

## II. LA CERVEZA IBÉRICA Y SU IDENTIFICACIÓN ARQUEOLÓGICA: EL CONTENIDO DE LAS ÁNFORAS IBÉRICAS DE BOCA PLANA

En la Península Ibérica, las primeras identificaciones de residuos de cerveza correspondieron al estudio de contenidos de ánforas ibéricas (forma Mañá B3) del poblado ibérico de Alorda Park o Les Toixoneres (Calafell, Baix Penedès, Tarragona). En 1995, se realizó un estudio preliminar por microscopía óptica de los residuos adheridos a la superficie interna de tres fragmentos cerámicos correspondientes al fondo de ánforas ibéricas. Las muestras 1 y 2 procedían del recinto AD (UE 8602) y la muestra 3 del recinto BT (UE 8612). El estudio de la fracción 50-2  $\mu\text{m}$  reveló una importante presencia de gránulos de almidón de cereales que nos llevó, en un principio, a asociar los residuos con la conservación de harina, a pesar de no corresponder a las evidencias habituales, tanto arqueológicas como experimentales que presentan este tipo de restos (Juan-Tresserras y Albert, 1995). Por lo general, los residuos microscópicos de la harina de cereales, obtenida tras el procesado con instrumental lítico, corresponden a gránulos de almidón, fitolitos y esqueletos silíceos... (Follieri y Magri, 1986; Juan-Tresserras, 1995; Juan-Tresserras y Albert, 1995). Por contra, en las tres muestras analizadas los fitolitos eran muy escasos, incluso inexistentes en la muestra 3. Los almidones se documentaron en todas ellas, con especial abundancia en las muestras 2 y 3. Asimismo, algunos granos presentaban evidencias de molido, como las denominadas *ghost formations*. Al complementar las

investigaciones con el estudio por microscopía óptica de la fracción superior (250-50  $\mu\text{m}$ ) y la observación de las dos fracciones objeto de estudio (250-50 y 50-2  $\mu\text{m}$ ) por microscopía electrónica de barrido se detectaron alteraciones de los gránulos de almidón, presencia de diatomeas, levaduras,..., en definitiva, indicadores que asociaban las tres muestras analizadas con el residuo resultante de la fermentación de una bebida a base de cereales. Debido al interés de los resultados se decidió complementar el estudio con el análisis de nuevas muestras (Juan-Tresserras, 1997b).

Los sedimentos de cerveza, tanto el de fermentación como el de almacenamiento se caracterizan por la presencia de oxalato cálcico. Esta sal cálcica es soluble en agua a una temperatura de unos 18°. La identificación del oxalato puede efectuarse por la realización de tests, o por sistemas como el método ión-cromatográfico rápido, que permite la determinación de oxalato en forma soluble e insoluble en la cerveza y en los sedimentos de cerveza. En la cebada, los niveles de oxalato varían entre 23-45 mg/100 gr, así como en la malta oscilan entre 5-23 mg/100 gr. (Greif y Schildbach, 1978).

Los trabajos de Michel *et alii* (1992 y 1993) se basaron en este indicador para identificar residuos de cerveza en el interior de un recipiente procedente de los niveles neolíticos (período Uruk tardío) del yacimiento iraní de Godin Tepe, similar a los descritos pictográficamente por los sumerios como recipientes de cerveza. Los residuos amarillentos se encontraban localizados entre las incisiones cruzadas localizadas en el interior de uno de estos recipientes. Al mismo tiempo se analizaron dos muestras, una de oxalato puro y otra procedente de los residuos de cerveza de un ánfora nubia. El estudio se centró en la aplicación del test de Feigl, una prueba orientativa que permite verificar la presencia/ausencia del oxalato mediante un proceso de reducción del oxalato a ácido glicoxálico, seguido de una reacción con fenilhidracina y peróxido de hidrógeno, que proporciona una coloración rojo-rosácea, en el caso de presencia positiva. La aplicación del test de Feigl obtuvo una respuesta positiva en las tres muestras. De todos modos este indicador debe ser considerado con prudencia ya que el oxalato es un compuesto frecuente en otras especies vegetales.

En el caso de las ánforas de Alorda Park se siguió el mismo método, aplicando el test de Feigl con resultado positivo en dieciocho de las veintidós muestras estudiadas, considerándose como orientativo de la composición de los residuos. Esta prueba se combinó con la observación microscópica del residuo debido que, además del oxalato, existen otros indicadores característicos del sedimento de cerveza, principalmente levaduras, gránulos de almidón, fibras, diatomeas, lactobacterias,... (Glenister, 1971; Glenister y Koepl, 1968; Glenister y Latimer, 1970; Greif y Schildbach, 1978; Juan-Tresserras, 1997a, 1997b y 1998a; Leedham y Carpenter, 1977; Samuel 1994, 1995, 1996a y 1996b; Schur *et alii*, 1981, entre otros).

Tras la extracción de las muestras y controles, mediante

una modificación del sistema propuesto por Juan-Tresserras (1997a), en el que se reduce el ataque ácido ya que el peróxido de hidrógeno puede alterar los granos de almidón, se procedió a la observación de las muestras por microscopía óptica (MO) y electrónica de barrido (MEB).

El estudio por MO se realizó con un modelo Olympus BH2, utilizando aldehído cinnánico como medio de su observación, y combinando el estudio con nícoles paralelos y nícoles cruzados, técnica de gran utilidad para localizar los gránulos de almidón que, bajo estas condiciones, presentan una característica forma de cruz en su interior, cuyo centro corresponde al hilum. Como test de verificación histoquímica, se procedió también a un tintado de la muestra con una solución de yodo y yoduro de potasio, que provoca una reacción en los granos de almidón virándolos hacia una coloración azul-violeta.

Paralelamente, se procedió a la observación del residuo por MEB para complementar el estudio. Las muestras se colocaron sobre un disco adhesivo y se recubrieron con carbono. El microscopio utilizado fue un modelo Cambridge S-120, con microanalizador de rayos X (EDS) incorporado, de los Servicios Científicos Técnicos de la Universidad de Barcelona.

Los fitolitos y almidones se identificaron siguiendo las claves propuestas por los sistemas de clasificación existentes, de acuerdo a la colección de referencia sobre especies mediterráneas y a la bibliografía disponible (Juan-Tresserras, 1997a).

Los fitolitos identificados son escasos, la mayor parte de los morfotipos identificados corresponde a fitolitos característicos de los granos de cereal de tipo festucoide, que caracterizan a trigos, cebadas, avena y centeno (Kaplan *et alii*, 1992). También se detectaron esqueletos silíceos correspondientes procedentes de la cubierta de las semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) (Rosen, 1992).

En la II Edad del Hierro, la cebada vestida (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) se consolidan como los principales cultivos cerealísticos del NE Peninsular (Buxó, 1993; Buxó *et alii*, 1995a y b; Juan-Tresserras 1995).

Los granos de almidón identificados corresponden a la tribu *Triticeae/Hordeae*. Algunos de ellos presentan alteraciones microscópicas que se han asociado al molido y/o al malteado (Evers, 1979; Palmer, 1995; Samuel, 1996a), similares, en algunos casos, a las identificadas en el estudio de los residuos preservados en la superficie activa de los molinos de rotación de tipo bajo procedentes del mismo yacimiento (Belarte *et alii*, 1995).

La observación por MEB permitió asimismo detectar la presencia de gránulos de almidón con alteraciones características del ataque enzimático producido durante la germinación, principalmente la presencia de hoyos a lo largo de la superficie externa del grano.

En algunos granos, digeridos parcialmente, fue posible observar las *lamella*. Por otro lado se han identificado masas

de almidón gelatinizado, indicadores del calentamiento de los granos en un medio húmedo.

El resultado de la gelatinización es la formación de una película sólida en la que se pueden observar algunos granos embebidos, parte de ellos sin modificaciones. Samuel (1996b) obtiene datos similares en las muestras de Amarna.

Las levaduras son otro indicador característico de los residuos de productos fermentados que, en ausencia de oxígeno, fermentan los azúcares transformándolos en alcohol etílico (Hansson, 1994; Samuel, 1996b). Morfológicamente son similares a los granos de almidón de pequeño tamaño de la tribu *Triticeae*, aunque la observación por MEB puede permitir la distinción. Las diatomeas también se han detectado en la mayor parte de las muestras.

Como conclusión del estudio realizado en el yacimiento se aceptó que el contenido de veinte de las veintidós muestras estudiadas correspondía a un tipo de cerveza producto de la fermentación de un mosto obtenido de cereal malteado, identificándose en varias de las muestras indicadores del empleo de cebada (*Hordeum vulgare*). Los resultados obtenidos no permiten diferenciar entre una cerveza verde, producto resultante de la fermentación del mosto, o una *cerveza de guarda*.<sup>3</sup> En este último caso se produce una segunda fermentación ya que en ella todavía actúan ciertas levaduras residuales que han quedado después del transvase. Por lo general, suele durar unas pocas semanas, siempre en lugares frescos. Durante esta fase acaban de precipitar las levaduras y el material en suspensión, formando acumulaciones de residuos similares a los documentados en las ánforas ibéricas de Alorda Park.

La aplicación sistemática de los diferentes análisis nos permite confirmar los fondos de los recipientes como elementos potencialmente válidos para este tipo de estudios ya que, en el caso de haber contenido algún producto éste ha tenido que estar en contacto continuo y suele acumular residuos (posos,...).

A partir de los análisis practicados en las ánforas ibéricas de Alorda Park fue posible identificar residuos de cerveza en ánforas ibéricas de la misma tipología procedentes de los yacimientos de Vendrell Mar-Les Guàrdies (El Vendrell, Tarragona), Mas Castellar (Pontós, Girona) e *Iesso* (Guissona, Lleida).

Entre estos hallazgos cabe destacar el estudio de la ánfora ibérica localizada en las fosas correspondientes a la fundación urbana de *Iesso* (Guissona), datadas en la primera mitad del siglo I a.C. Se estudiaron tres ejemplares casi completos de ánforas ibéricas boca plana del tipo denominado "de la costa catalana", sin cuello y con forma de zanahoria (núm.46, 47,48) (Guitart *et alii*, 1998). Dos de las muestras tomadas revelaron la presencia de residuos de cerveza. Una de éstas muestras proporcionó datos de gran interés sobre la capacidad de carga de las ánforas ibéricas, ya que presentaba un residuo amarillento que reseguía la parte interna, a pocos centímetros de la boca. En este caso, los análisis practicados identificaron restos de levaduras y oxalato.

La presencia de cerveza en este tipo de envases ofrece así

datos a la cuestión planteada sobre los contenidos de las ánforas ibéricas. Sobre este tipo de recipientes no se disponía de informaciones literarias y las marcas y epígrafes documentados no son interpretables hasta el momento (Sanmartí, 1997). Los únicos datos al respecto era la presencia de vino en una de las ánforas documentadas en el poblado de Mas Boscà (Badalona), en un contexto fechable en torno al 200 a.C. De todos modos no se detallan las técnicas empleadas para la identificación de este contenido (Juan-Tresserras, 1998b).

El resultado de los análisis practicados en yacimientos ibéricos del NE Peninsular parecen confirmar que la cerveza y el hidromiel serían bebidas que consumirían de forma regular. De todos modos el vino se introdujo progresivamente hasta ocupar un espacio privilegiado entre las bebidas fermentadas aunque, como advierten algunos autores, a pesar de que se tomara en recipientes griegos o formas indígenas, imitando las formas griegas, no se adopta el consumo de acuerdo a los convencionalismos del mundo griego. En este sentido, remarcar la descripción que se hace de un dirigente íbero: *(Homero) describe un palacio espléndido por su construcción y sus adornos, como lo que cuenta Polibio de la mansión del rey íbero; dice de éste que había imitado la molición de la corte de los feacios, sólo que en el centro de esta morada había unas cráteras que, a pesar de ser de oro y plata, estaban llenas de vino de cebada* (Athen, Deipin., Y, 16c = Polibio, XXXIV, 9, 14).

### III. EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA

Plinio (*Nat. Hist.*, XIV, 149; XXII, 164) comenta que además de la cerveza egipcia, se elaboraban cervezas en las Galias y en *Hispania*. En relación a *Hispania*, Plinio (*Nat. Hist.*, XIV, 149; XXII, 164) comenta que la cerveza que se produce incluso puede envejecer. Las fuentes son bastante explícitas con la *caelia* o *celia*, un tipo de cerveza que elaboraban los numantinos (Floro 1, 34, 11). Orosio (V, 7) comenta que los numantinos, ante el sitio de Numancia, *"salieron todos de pronto por dos puertas tras haber bebido antes una gran cantidad no de vino, por cuanto en aquel lugar no lo produce, sino de un jugo de trigo de confección artesana, al que llaman 'celia' porque se produce por calentamiento; en efecto, con fuego engordan el tamaño del grano de trigo húmedo, después lo secan y luego, convertido en harina, lo mezclan con un jugo dulce; la fermentación consigue un producto de sabor áspero y que produce el calor de la embriaguez. Pues bien, reanimados tras el largo tiempo de hambre por esta bebida, se entregaron a la lucha"*. S. Isidoro (Etimologías XX, 3, 18) también cita la *caelia* como producto.

Los recientes trabajos realizados por el MASCA para caracterizar la cerveza a partir del oxalato (Biers y McGovern, 1990; Michel *et alii*, 1992 y 1993), por Delwen Samuel (1994, 1995, 1996a y 1996b) sobre residuos desecados procedentes de contenidos cerámicos de los yacimientos Amarna (1500-1100 a.C.) y Deir-el-Medina (ca 1350 a.C.), las investigaciones de Maksoud, El-Hadidi y Amer (1994) con residuos car-

bonizados de Hierakonpolis (3500-3400 cal BC), los trabajos de Stika (1996 y 1998) con cereales malteados en Alemania y nuestras investigaciones experimentales y arqueológicas con residuos asociados con el procesado y la elaboración de la cerveza en varios yacimientos peninsulares de cronología variada entre el neolítico cardial y la romanización (Juan-Tresserras, 1997a, 1997b, 1998a y 1998b) nos han revelado una importante información sobre la identificación arqueológica de este producto.

Los trabajos experimentales realizados entre 1995-1997 en el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Barcelona se complementaron en 1998 con varias pruebas sobre el malteo y el proceso de elaboración de cerveza, en colaboración con la asociación Catalunya Home Brewers y bajo la supervisión de los técnicos de la empresa cervecera San Miguel S.A. (Grupo Danone) (Juan-Tresserras 1997a, 1997b, 1998a y 1998b). Partiendo de residuos identificados en varias tinajas del yacimiento del Bronce Final de Genó, empleadas probablemente como fermentadores, esta empresa patrocinó el programa de arqueología experimental que tuvo como finalidad la caracterización de los residuos de cerveza y la elaboración de una cerveza lo más similar posible a la consumida en la zona.

El procesado de la cerveza consta de diferentes operaciones:

a) **Malteado.** Operación por la que se convierte el grano en malta. Mediante este proceso se pretende activar todos las enzimas responsables de la hidrólisis de las sustancias de reserva del grano. De este modo los polisacáridos y las proteínas pasarán a ser, *a posteriori*, azúcares sencillos y péptidos y aminoácidos respectivamente. El malteado comporta tres fases sucesivas:

- **Maceración del grano** con agua y oxígeno para facilitar el inicio de la germinación.

- **Germinación.** En esta fase se desarrollan las enzimas deseadas, que convierten el endospermo duro del grano en una masa blanda, al metabolizar los elementos estructurales ( $\beta$ -glucanos, petosanos,...). La cebada se humedece en vasos para provocar su germinación al cabo de 7 ó 10 días en verano, y 15 en invierno: mediante este procedimiento los granos se lavan y se extraen los que presentan un mal estado. El producto obtenido se denomina *malta verde*.

- **Torrefacción o tostado.** El proceso de germinación se detiene para la torrefacción del grano que provoca el secado y la transformación del almidón en azúcares solubles, siendo necesario para ello entre 70-80 °C. La humedad se reduce a un 4-6%, con lo que el grano se puede conservar sin ningún peligro de alteración. Además, con estas temperaturas se inhibe la acción enzimática y se producen melanoidinas (por reacción de Maillard entre azúcares y proteínas), que influirán en el color final de la cerveza. Entonces se extrae el germen del grano por medio del pisado o, simplemente, por frotación, dado que tras la desecación suelen estar muy quebradizos.

En los residuos arqueológicos estudiados por Samuel

la Cruz, Alorda Park, *Jesso*, Vendrell Mar y Numancia, la presencia de granos de almidón fragmentados se ha asociado al malteo de cereales (Juan-Tresserras, 1997a, 1998a y 1998c). La germinación produce alteraciones características en los granos de almidón producto del ataque enzimático. En los granos malteados se observa la alteración de la superficie externa del grano, que presenta hoyos e incluso canales producidos por las enzimas  $\alpha$ -amilasa.

La amilasa es atacada, se crean hoyos a lo largo de la superficie externa del grano y, en algunos casos, es posible observar las *lamella* en los granos parcialmente digeridos (Palmer, 1995). Por otro lado, la gelatinización indica que los cereales, o el producto de su procesado, fueron calentados estando húmedos, aunque el grado de calentamiento y nivel de humedad parecen ser variables. El resultado de la gelatinización es la formación de una película sólida en la que se pueden observar algunos granos embebidos. Samuel (1994) remarca que, en el caso de las muestras de Amarna, aparecen granos de almidón, de mayor tamaño, sin modificaciones aparentes, en una masa de almidón gelatinizado. Esta investigadora afirma, al respecto, que el grano fue malteado lo suficiente como para causar la presencia de hoyos sobre algunos granos, dejando a otros sin alteraciones.

Stika (1996 y 1998) también relaciona la elevada presencia de granos malteados de cebada vestida, identificados en las excavaciones de Eberdingen-Hochdorf (Alemania), con la producción de cerveza en la edad del Hierro (Hallstatt final/La Tène inicial). En la Península Ibérica, en algunos yacimientos, como la Motilla de Azuer, Cerro de los Castillares y la Fonollera, también se han identificado cebadas vestidas que se han carbonizado justo cuando el coleóptilo empezaba a germinar, y en las que se puede observar el embrión. Por otro lado, se han detectado cebadas desnudas germinadas en la Cueva de los Tiestos (Jumilla, Murcia) y en El Malagón (Granada) (Buxó, 1985 y 1990).

En el poblado ibérico de El Amarejo (Bonete, Albacete) se localizó una estructura que se asoció al secado/torrefacción de cebada para la elaboración de la cerveza (Broncano, 1988 y 1989), aunque los recientes estudios de Gracia (1995) asocian este tipo de estructuras a graneros.

**b) Braceado.** Operación que pretende preparar el mosto que en una futura fase pasará a ser la cerveza. Consiste en la molienda de los granos de malta tostados para aumentar la superficie de contacto, sin llegar a convertirlos en harina. Este producto se prepara en infusión en agua tibia para facilitar la disolución de los componentes solubles. Luego, la mezcla se calienta poco a poco para facilitar la actividad diastásica de las enzimas hidrolíticas. De esta forma se obtienen todos los azúcares fermentables, que posteriormente darán alcohol, además de péptidos y aminoácidos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las levaduras. El producto obtenido es una templa espesa, o mosto, que se suele filtrar. Tras el filtrado se trasvasa al depósito de fermentación. En esta operación se produce la separación de una buena parte de los granos del endospermo almidonoso. Los granos de mayor tamaño de

*Triticeae* suelen sufrir un mayor ataque enzimático que los de menor talla.

En la Grotte des Planches-près-Arbois (Jura) se localizó un residuo de cocinado accidental de semillas de cebada machacadas en un líquido, que se interpretó como restos del braceado para la preparación de cerveza correspondiente al Bronce final (Marinval, 1991). Los estudios de residuos efectuados en un recipiente con una perforación central en el fondo de la base, procedente del Alto de la Cruz (Cortes, Navarra), sugieren que podía haber sido utilizado en el proceso de braceado (Juan-Tresserras, 1997a).

**c) Fermentación del mosto (cerveceo).** Acción que tiene lugar en recipientes de fermentación y que produce, por efecto de las levaduras, la transformación de una parte de los azúcares fermentables, principalmente en alcohol y gas carbónico.

La fermentación por *Saccharomyces cerevisiae* se produce de forma natural a una temperatura entre 18-25 °C. Se efectúa de forma rápida, agotando en poco tiempo los nutrientes esenciales. La fermentación se produce en dos fases. En la primera, las levaduras se reproducen aumentando su número considerablemente debido a la presencia de oxígeno. Posteriormente, cuando éste se agota o escasea, se adaptan al nuevo medio anaeróbico comenzando la verdadera fermentación. Sólo en esta segunda fase es cuando aparece el etanol, el gas carbónico y el resto de los componentes que influirán en el sabor y aroma final de la cerveza. En esta fase, las levaduras obtienen la energía necesaria, fermentando los azúcares y el resto de componentes. Cuando la fermentación finaliza, las levaduras suben hasta la superficie del líquido.

Las tinajas del poblado ibérico de Genó y del yacimiento de la I Edad del Hierro de El Solejón podrían corresponder a fermentadores (Juan-Tresserras, 1998a).

**d) Maduración.** La maduración se efectúa para la elaboración de las denominadas *cervezas de guarda*. La denominada *cerveza verde*, pasa a otros depósitos en los que se produce una segunda fermentación, ya que en ella todavía actúan ciertas levaduras residuales que han quedado después del transvase. Por lo general, suele durar unas pocas semanas, siempre en lugares frescos. Durante esta fase acaban de precipitar las levaduras y la materia coloidal en suspensión pero, además, aparecen las últimas sustancias que influirán sobre el aroma y el sabor de la cerveza acabada.

#### IV. CONCLUSIONES

Los avances de los estudios de contenidos de recipientes han permitido caracterizar un producto de consumo generalizado entre las comunidades ibéricas del NE de la Península Ibérica: la cerveza, y asociarlo a un contenedor que facilitaría su transporte: las ánforas ibéricas de boca plana. De todos modos, las investigaciones están todavía en una fase inicial y en estos momentos se están investigando materiales de poblados ibéricos: Puig de Sant Andreu (Ullastret, Girona), Puig Castellar (Sta.Coloma de Gramenet, Barcelona), El Cabo (Andorra, Teruel) y el Torrelló del Boverot (Almassora,

Castelló), que, sin duda, permitirán obtener más información sobre este producto.

A pesar de todo es fundamental que los profesionales de la arqueología se conciencien de la importancia de la documentación de todos los indicadores presentes en el registro arqueológico. Entre éstos se encuentran los residuos microscópicos y los restos orgánicos que, aunque no sean visibles muchas veces a simple vista pueden aportar datos significativos que nos permitan una mayor aproximación a la vida cotidiana de nuestros antepasados.

#### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se ha realizado especialmente gracias al convenio de colaboración entre la Universidad de Barcelona y la empresa cervecera San Miguel SA. He de agradecer especialmente la colaboración y comentarios del Dr. José Luis Maya, el Dr. Joan Sanmartí, Dr. Joan Santacana, Dra. Enriqueta Pons y David Asensio; así como las referencias de George Nelson, Delwen Samuel y Patrick McGovern que han sido básicas para el desarrollo de estos análisis; y el apoyo del Dr. Ramón Fontarnau y de Anna Domínguez del Servicio de Microscopía Electrónica de los Servicios Científico-Técnicos de la Universitat de Barcelona.

#### NOTAS

<sup>1</sup> La fermentación alcohólica produce anhídrido carbónico y alcohol etílico (Perlman, 1977). Las comidas o bebidas fermentadas se producen a base de alimentos ricos en almidón, como semillas, frutos, raíces, tubérculos, o savia de árboles. El aporte nutritivo de estas preparaciones no debe ser desestimado ya que puede ser la principal fuente de calorías.

<sup>2</sup> La aromatización de la cerveza por adición de lúpulo (*Humulus lupulus*), que confiere el sabor amargo característico de esta bebida, no se introdujo hasta el siglo XIII.

<sup>3</sup> En relación a Hispania Plinio (*Nat. Hist.*, XIV, 149; XXII, 164) comenta que en Hispania se elaboraban cervezas, entre las que describe las de guarda.

#### BIBLIOGRAFÍA

ARRHENIUS, B., 1985: Chemical analyses of organic remains in archaeological contexts. *ISKOS*, 5, 339-344.  
 ARRHENIUS, B.; SLYTA, K., 1981: Analysis ar fermentade blogrötär. *Rapport Fran Stokholms Universitets Arkeologiska Forskningslaboratorium*, 1, 80-108.  
 BELARTE, C.; BRUGUERA, R.; FERRER, C.; JUAN-TRESSERRAS, J.; MORER, J.; POU, J.; SANMARTÍ, J.; SANTACANA, J., 1995: Les matériels de mouture et broyage du site ibérique d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès, Catalogne). *International Round Table Meeting. Grinding and pounding. Functional study of groundstone tools in Prehistory and Antiquity* (Clermont-Ferrand, 30 noviembre-2 diciembre 1995) (en prensa).  
 BIERS, W. R.; MCGOVERN, P. E. (Eds.), 1990: *Organic contents and ancient vessels: materials analysis and archaeological investigation*. MASCA Research Papers in Science and Archaeology, Vol. 7, The University of Pennsylvania, Philadelphia.  
 BRONCANO, S., 1988: El Almarejo (Bonete, Albacete). Estudio de

una estructura de piedra aparecida en departamento 3 y de otra aneja a él. *Homenaje a S. de los Santos*, Albacete, 145-158.  
 BRONCANO, S., 1989: *El depósito votivo ibérico de El Almarejo. Bonete (Albacete)*. Excavaciones Arqueológicas en España, 156, Madrid.  
 BUXÓ, R., 1985: *Dinàmica de l'alimentació vegetal a partir de l'anàlisi de llavors i fruits. Interès del seu estudi per a la reconstrucció de la dieta vegetal antiga humana*. Tesis de Licenciatura, Barcelona.  
 BUXÓ, R., 1990: *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*. *Cahier Noir*, 5, Girona.  
 BUXÓ, R., 1993: *Des semences et des fruits. Cuillette et agriculture en France et en Espagne Méditerranéennes du Néolithique à l'Age du Fer*. Tesis Doctoral. Université Montpellier II. Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.  
 BUXÓ, R.; ALONSO, N.; CANAL, D.; CATALÀ, M.; ECHAVE, C.; GONZÁLEZ, I., 1995a: Estudios recientes sobre agricultura y alimentación vegetal a partir de semillas frutos en Catalunya (Neolítico-2.ª Edad del Hierro). *1.º Congreso de Arqueología Peninsular (Porto, 1993), Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, Vol. 35 (1), Porto, 467-483.  
 BUXÓ, R.; ALONSO, N.; CANAL, D.; ECHAVE, C.; GONZÁLEZ, I., 1995b: Archaeobotanical remains of hulled and naked cereal in the Iberian Peninsula: implications for the role of plant foods and ecological context. *10th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany (Innsbruck, 1995), Vegetation History and Archaeobotany*.  
 DAVIES, E. A., 1994: Wheat starch. *Cereal Foods World* 39 (1), 34-36.  
 EVANS, J.; BIEK, L., 1976: Overcooked food residues on potsherds. *Proceedings of Archaeometry Symposium*, National Museum of Antiquities in Scotland. Edimburg.  
 EVERS, A. D., 1979: Starches and proteins. *Food microscopy*, Academic Press, London, 139-191.  
 FANNON, J. E.; HAUBER, R. J.; BEMILLER, J. N., 1992: Surface pores of starch granules. *Cereal Chemistry* 69 (3), 284-288.  
 FOLLIERI, M.; MAGRI, D., 1986: La farina di un'anfora corinzia in una tomba etrusca di Cerveteri (VII sec.a.C.). *Giorn. Bot. It.* 120 (2), Florencia, 139.  
 GLENISTER, P. R., 1971: Applications of optical staining in the examination of beer sediment. *Proceedings. Meeting of the American Society of Brewing Chemists*, 192-199.  
 GLENISTER, P. R.; KOEPL, K. G., 1968: Some useful techniques for the study of beer sediments. *Proceedings. Meeting of the American Society of Brewing Chemists*, 132-139.  
 GLENISTER, P. R.; LATIMER, R. A., 1970: Beer sediments as a clue to processing problems. *Technical Quaternly, Master Brewers Association of America*, 7 (2), 87-94.  
 GRACIA, F., 1995: Producción y comercio de cereal en el N. E. de la Península Ibérica entre los siglos VI-II a.C., *Pyrenae*, 26, Barcelona, 91-113.  
 GREIF, P.; SCHILDBACH, R., 1978: Untersuchungen zum Oxalsäureproblem in der Brauerei. *Monatsschrift fuer Brauerei* 31 (8), 275-280.  
 GUITART, J.; PERA, J.; CARRERAS, C., 1998: La presència de vi itàlic a les fundacions urbanes del principi del segle I a.C. a l'interior de Catalunya: l'exemple de Iesso. *II Col·loqui Internacional d'Arqueologia Romana. El Vi a l'antiguitat: economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental (Badalona, 1998), Monografies Badalonines*, 14, Badalona, 39-65.

- HANSSON, A. M., 1994: Grain-paste, porridge and bread. Ancient cereal-based food. *Lavorativ Arkeologi, Journal of Nordic Archaeological Science* 7, Stockholm, 5-20.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1995: Aportaciones al conocimiento de actividades de procesado de productos vegetales en el NE de la Península Ibérica durante la Edad del Hierro a través de los análisis arqueobotánicos de fitolitos y almidones. *Resúmenes, 2.ª Reunión de Arqueometría. 1.º Congreso Nacional* (Granada, 1995), Granada.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1997a: *Procesado y preparación de alimentos vegetales para consumo humano. Aportaciones del estudio de fitolitos, almidones y lípidos en yacimientos arqueológicos prehistóricos y protohistóricos del cuadrante NE de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Barcelona.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1997b: Caracterización arqueométrica de residuos arqueológicos de cerveza por microscopía óptica y electrónica de barrido. *II Congreso Nacional de Arqueometría (Zaragoza, 1997). Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores. Depto. Química Analítica. Universidad de Zaragoza, C-4-6*.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1998a: La cerveza prehistórica: investigaciones arqueobotánicas y experimentales. *Genó: un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre (Lleida), Publicacions de la Universitat de Barcelona-SERP-San Miguel*, Barcelona, 239-252.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1998b: El cultivo de la vid y la elaboración del vino en la Península Ibérica en la Antigüedad. Aportaciones de los análisis de residuos. *II Col·loqui Internacional d'Arqueologia Romana. El Vi a l'antiguitat: economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental (Badalona, 1998), Monografies Badalonines*, núm.14, Badalona, 87-92.
- JUAN-TRESSERRAS, J., 1998c: Estudio analítico de los residuos conservados en el interior de recipientes y asociados a materiales de molienda y trituration. *XXII Col·loqui Internacional per l'Estudi de l'Edat del Ferro. Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro a l'Europa Occidental: de la producció al consum*, Museu d'Arqueologia de Catalunya-AFEAF, Girona.
- JUAN-TRESSERRAS, J.; ALBERT, R. M., 1995: Estudio de microrres-  
tos vegetales en cerámicas: desgrasantes vegetales y residuos  
asociados a la preparación y conservación de alimentos. *Resúmenes, 2.ª Reunión de Arqueometría. 1.º Congreso Nacional* (Granada, 1995), Granada.
- KAPLAN, L.; SMITH, M. B.; SNEDDON, L. A., 1992: Cereal grain phytoliths of Southwest Asia and Europe. *Phytolith systematics. Emerging issues, Advances in Archaeological and Museum Science*, Vol 1, New York & London, 149-174.
- LEEDHAM, P. A.; CARPENTER, P. M., 1977: Particle size measurement and the control of beer clarity. *Proceedings of the European Brewery Convention*, 16th Congress, 729-744.
- MAKSOD, S. A.; EL-HADIDI, M. N.; AMER, W. N., 1994: Beer from early dynasties (3500-3400 cal BC) of Upper Egypt, detected by archaeochemical methods. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 3, 219-224.
- MICHEL, R. H.; MCGOVERN, P. E.; BADLER, V. R., 1992: Chemical evidence of ancient beer. *Nature*, 360, 24-25.
- MICHEL, R. H.; MCGOVERN, P. E.; BADLER, V. R., 1993: The first wine and beer. Chemical detection of ancient fermented beverages. *Analytical Chemistry* 65 (8), 408-413.
- PALMER, G. H., 1995: Structure of ancient cereal grains. *J. Inst. Brew.* 101, 103-112.
- ROSEN, A. M., 1992: Preliminary identification of silica skeletons from Near Eastern Archaeological sites: an anatomical approach. *Phytolith systematics. Emerging issues, Advances in Archaeological and Museum Science*, Vol. 1, Plenum Press. New York & London.
- SAMUEL, D., 1996a: Archaeology of Ancient Egyptian Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 54 (1), 3-12.
- SAMUEL, D., 1996b: Investigation of Ancient Egyptian Brewing Methods by Correlative Microscopy. *Science*, 273, 488-490.
- SCHUR, F.; ANDEREGG, P.; SENFTEN, H.; PFENNINGER, H., 1981: Brantchnologische Bedeutung von Oxalat. *Brauerei Rundschau*, 91 (12), 201-207.
- STIKA, H. P., 1996: Traces of a possible celtic brewery in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg, Southwest Germany. *Veget. Hist. and Archaeobot.*, 5, 81-88.
- STIKA, H. P., 1998: Prähistorische Biere: Archäobotanische Funde und Experimente zum Nachbrauen. Gerstensaft und Hirsebier. *5000 Jahre Biergenub Isensse Verlag*, Oldenburg, 39-47.