



Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales: grañones, sémolas y harinas

The ethnoarchaeology of cereal grinding: groats, semolina and flour

La molienda de cereales, de vegetales y también de otras materias, es una actividad indispensable en la subsistencia de todas las sociedades humanas. Los elementos arqueológicos mejor conocidos son los molinos manuales, si bien son solamente una parte de una cadena de operaciones más compleja, que va más allá de estos instrumentos, que implica diversos útiles, como morteros o tamices, y que proporciona una gama de productos mucho más amplia que la que comúnmente se tiene en cuenta. En este trabajo se realiza un análisis de las publicaciones de las últimas décadas que han tratado el tema desde el punto de vista de la Etnografía, de la Etnoarqueología y de la Arqueobotánica, planteando los múltiples aspectos implicados en el procesado de los cereales más importantes.

Palabras clave: Etnografía, Etnoarqueología, Arqueobotánica, molinos de vaivén, molinos rotativos, morteros, cereales, molienda doméstica.

The milling of cereals, plants and other materials is an essential activity for the subsistence of human societies. The most representative archaeological artefacts related to this task are querns. However, they are only one part of a more complex operational sequence that stretches beyond these mechanisms and involves other tools such as mortars and sieves that yield a much broader range of cereal products than those commonly identified. This paper reviews the publications from recent decades that have addressed this subject from the point of view of ethnography, ethnoarchaeology and archaeobotany and considers the numerous features involved in the processing of more common types cereals.

Keywords: ethnography, ethnoarchaeology, archaeobotany, saddle querns, rotary querns, mortars, cereals, domestic grinding.

Introducción

Durante el último siglo, el consumo de cereales en el mundo occidental ha experimentado una evolución hacia la modificación y simplificación de los hábitos alimentarios. Sin embargo, en otros contextos culturales, el uso de los cereales es mucho más diversificado. Por ejemplo en algunas comunidades rurales africanas,

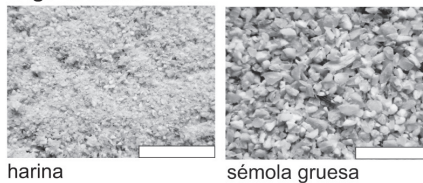
asiáticas o centroamericanas el objetivo del procesado de cereal, que se realiza de manera doméstica, no se enfoca hacia la fabricación de un pan blanco, y su elaboración se basa en una concepción diferente del tiempo y de la mano de obra. Se utilizan además diversas especies de cereales que en contextos europeos, si se han conservado, han sido relegadas a la alimentación animal.

El proceso tradicional de molienda manual —y otros aspectos relacionados con la fabricación, utilización y carácter socioeconómico de los molinos—, ha sido estudiado por diversos autores y autoras en sociedades de todo el mundo. Este artículo pretende hacer un repaso de los resultados de estos trabajos, aunque sin el propósito de ser exhaustivo, dedicando una especial atención al procesado de los cereales y los diversos tipos de harinas que se pueden producir en una molienda.

Precisamente, con el objetivo de insistir en esta multiplicidad de productos hemos incluido en el título los tres tipos de texturas o medidas de los fragmentos de grano proporcionados generalmente por la molienda manual y que son habitualmente utilizados en platos diversos. De más fino a más grueso: la harina, como polvo; la sémola, de textura un poco más gruesa, de grano fino o medio; y los grañones, grano roto de mayor tamaño, que a veces puede haber sido cocido antes de moler (catalán: *gruaus*; inglés: *groats*; francés: *gruaux*) (figura 1). F. Sigaut (2010: 447) incluye la sémola en la categoría de los grañones, admitiendo cierta arbitrariedad, ya que, de hecho, se trata de una cuestión de granulometría. Cuando hablemos de los tres tipos en conjunto nos referiremos con el término general de “harinas”.

Por otro lado, nos basamos casi exclusivamente en la información disponible sobre los molinos manuales de vaivén y rotativos, y no consideramos los datos existentes sobre, por ejemplo, los molinos hidráulicos. No obstante, añadimos también información sobre los morteros, instrumentos indispensables en el procesado de algunos cereales. En este sentido se tiene que

Trigo desnudo



Trigo duro

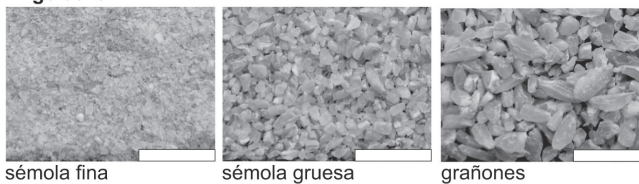


Figura 1. Tipos de harinas de trigo producto de la molienda con un molino rotativo (tribu Ouarten, El Kef, Túnez) (escala: 1 mm).

tener en cuenta que la acción de moler que se lleva a cabo con un molino se basa en la fricción (o en el corte, en el caso de piedras estriadas) y consiste en la reducción de un cuerpo a pequeñas partículas o polvo, y que no es la misma que la de majar que se realiza con un mortero, el cual mediante la percusión, machaca, rompe o aplasta.

Asimismo, somos conscientes de la existencia de otros utensilios que se pueden utilizar específicamente en algunas de las tareas que describiremos, como la del descascarillado, pero de los que no nos ocuparemos, debido a que superan el marco de este artículo.



Figura 2. (a) Mapa con las principales zonas citadas en el texto (los números corresponden a los de la tabla).

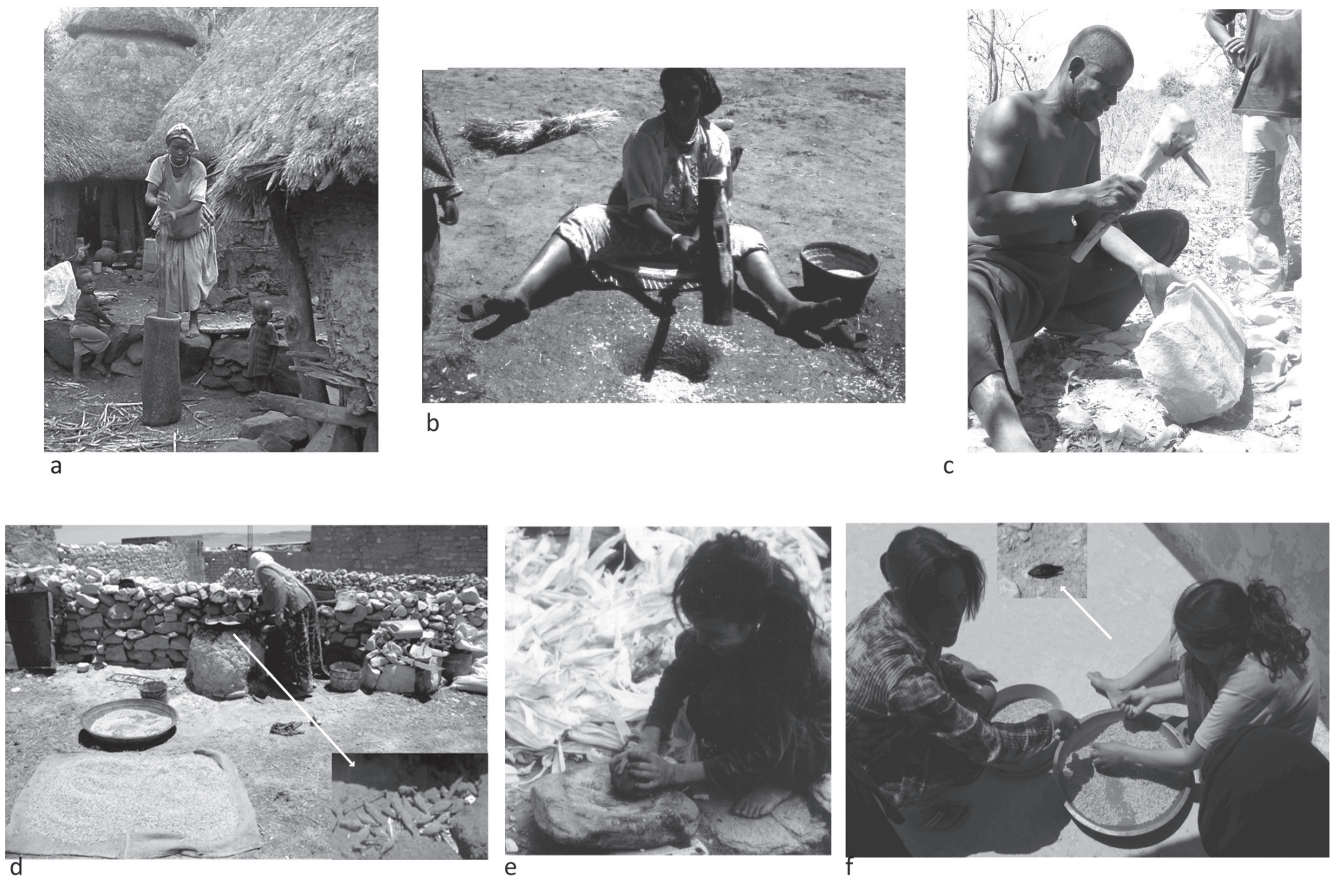


Figura 3. (a) Mujer trabajando con un mortero en Etiopía (foto: G. Pérez); (b) mujer descascarillando escaña mayor en un mortero excavado en el suelo en Marruecos (foto: L. Peña-Chocarro); (c) hombre trabajando en la fabricación de un molino de vaivén en la molera en Mali (C. Hamon y V. Le Gall, 2011: figura 13); (d) mujer torrefactando cebada vestida en Túnez (foto: *proyecto Souidat*); (e) niña utilizando un molino para condimentos en Nepal (Baudais y Lundström-Baudais 2002: figura 18); (f) mujeres limpiando cebada vestida torrefactada de malas hierbas y grano quemado en Túnez (foto: *proyecto Souidat*).

Etnografía y etnoarqueología de los molinos manuales

Entre las publicaciones disponibles sobre el tema que nos ocupa existen algunas que tratan cuestiones concretas como la producción de los molinos, su uso o la cadena operativa del procesado de algún vegetal, mientras que otras analizan de una manera más global y completa diversos aspectos de todo el proceso, desde la búsqueda de la materia prima para su fabricación hasta los productos obtenidos. Entre estos últimos estarían los trabajos de B. Hayden (1987a) y M. T. Searcy (2011) en Méjico y Guatemala; V. Roux en Mauritania (1985); F. Ertug-Yaras en Turquía (1997 y 2002); D. Baudais y K. Lundström-Baudais en Nepal (2002); C. Hamon y V. Le Gall en Mali (2011; 2013a y b), o G. Teklu en Etiopía (2012) (para la localización de los lugares citados en el artículo *vid.* figura 2a).

Aunque no todos tratan con la misma profundidad las diferentes variables, autores y autoras realizan sus encuestas etnográficas con una metodología que pretende un análisis exhaustivo de todos los aspectos que pueden tener interés para la investigación arqueológica en un pueblo o zona determinada: estudio del proceso de fabricación de los molinos y morteros; inventario y cartografía de los instrumentos de molienda a disposición en cada unidad doméstica;

análisis morfológico y tecnológico de cada registro del uso cotidiano y del funcionamiento; documentación de las diferentes tareas relacionadas con la preparación de la comida.

Existe, sin embargo, un claro desequilibrio entre la información existente sobre los molinos de vaivén y sobre los molinos rotativos manuales. Estos últimos en muy pocos casos son objeto de estudios etnoarqueológicos específicos (como sí que sería el caso de Parton 2011 o Alonso *et al.* 2014), aunque se describen o citan en trabajos generales sobre diversos instrumentos de molienda o de procesado (por ejemplo, Gast 1968; Bruneton 1975; Ertug-Yaras 2002: 216; El Alaoui 2003: 53; Peña-Chocarro *et al.* 2009).

De hecho, en muchas sociedades los molinos manuales están siendo paulatinamente sustituidos por molinos eléctricos, mecánicos o por procedimientos industriales. Sin embargo, por fortuna para nuestra investigación, la molienda tradicional no se ha descartado totalmente y en algunos casos el procedimiento manual se utiliza cuando se desea obtener un producto específico, como una harina especial o productos para rituales (como las comidas durante el ramadán, rituales funerarios o algunas fiestas en diversas culturas).

Algunos trabajos muestran una amplia diversidad de instrumental de molienda y majado en los pue-

blos o zonas estudiadas. Por ejemplo, D. Baudais y K. Lundström-Baudais (2002) registran seis categorías de instrumentos utilizados para moler y majar en la aldea de Bata (Jumla, Nepal): mortero (de madera o de piedra), molino de vaivén, molino para semillas oleaginosas, molino para condimentos, molino rotativo manual (escasamente utilizado) y molino rotativo hidráulico. También por su parte F. Ertug-Yaras (1997 y 2002) documenta en el pueblo de Kizilkaya (Aksaray, Turquía) más de una decena de tipos, entre los cuales grandes morteros y pilas de piedra, morteros excavados en la roca, morteros excavados en grandes bloques, pequeños morteros de piedra y de madera, pequeños morteros poco profundos en piedra para carne, morteros de madera profundos o no, molinos rotativos, etc.

El mortero está en la mayor parte de los casos estrechamente ligado a la utilización del molino, así como otros utensilios vinculados con el procesado de vegetales y la comida (figura 3a). Aunque no los analizaremos en detalle, consideramos muy interesantes los morteros excavados en la roca (“rock mortars”, cavidades o cubetas) en los alrededores de los poblados (Peacock 2013: 31-35), utilizados tanto en África, por ejemplo en el país Dogón (Mopti, Mali) (Clemente *et al.* 2002: 88-89) o en Sukur (Adamawa, Nigeria) (David 1998); como en América del Norte, por ejemplo en Western Mono, al sur de la Sierra Miwok y en los grupos Yokuts (California, EE.UU.) (Jackson 1991), o América del Sur, por ejemplo en el nordeste de Argentina (Capparelli-Lema 2011: 82); o finalmente en Turquía (Ertug-Yaras 2002: 215). Un caso particular lo encontramos en el Rif (norte de Marruecos), donde este tipo de morteros están excavados no en la roca, sino en el suelo, y rebozados con arcilla (figura 3b) (Peña-Chocarro *et al.* 2009: 107). Se utilizan sobre todo para el procesado de diversos vegetales (figura 2b).

De hecho, la utilización de un instrumento u otro en cada sociedad puede depender de múltiples factores. Por ejemplo, F. Ertug-Yaras (2002) comenta que en una misma zona (en este caso Anatolia Central), útiles de diferentes materiales, formas y configuraciones pueden ser utilizados para realizar procesos idénticos, hecho que no está necesariamente relacionado con la falta de materia prima o con tradiciones culturales diferentes. La elección puede deberse simplemente a la preferencia de una familia o un pueblo concreto. Igualmente, las operaciones de descascarillado (que analizaremos más adelante) pueden variar simplemente en función del gusto de un grupo. N. David (1998: 25) constata también que las poblaciones de las montañas de Mandara (Adamawa, Nigeria) utilizan pocos morteros de madera porque, a diferencia de las poblaciones del llano, prefieren productos con un más alto contenido en fibra y no descascarillan el cereal antes de molerlo.

Fabricación

La selección y adquisición de la materia prima, los tipos de explotación en las moleras, la fabricación (técnicas de extracción, desbastado, formateo y secuencias finales), la organización de los equipos, el apren-

dizaje, los talleres, el utillaje, el tiempo de fabricación, la especialización del trabajo, la estandarización del producto, la venta y difusión, son temas ampliamente estudiados en diversos lugares. Por ejemplo: el país Minyanka (Koutiala, Mali) (Hamon y Le Gall 2011) (figura 3c); la población Laika'a (Adwa, Tigray, Etiopía) (Teklu 2012: 54-67); en Tichitt (Tagant, Mauritania) (Roux 1985); en Malacatancito (Huehuetenango, Guatemala) (Hayden 1987a); la población mixteca (sur de Méjico) (Katz 2003: 35-41); en Nahualá y San Luis Jilotepeque (Guatemala) (Searcy 2011: 32-65), o en Hohokam (Arizona, EE.UU.) (Stone 1994). Algunas autoras han tratado también la fabricación de los morteros de madera (Hamon y Le Gall 2013a: 268-273).

Sin embargo es casi nula la información etnográfica sobre la producción de molinos rotativos. T. J. Anderson, en su trabajo arqueológico e histórico sobre las moleras del sur de la península Ibérica recoge diversa información etnohistórica sobre la producción de molinos en España durante la primera mitad del siglo xx (Anderson 2013): los trabajadores, la organización del trabajo (cuadrillas, temporalidad, ganancias, accidentes...). Documentación etnohistórica similar existe también para Georgia (Reigniez 2003) o Eslovenia (Smerdel 2003). Pero no se ha llevado a cabo hasta el momento ningún estudio etnoarqueológico al respecto, con población que todavía los produzca actualmente.

El proceso de fabricación se reparte entre las propias moleras, donde además de la selección y la extracción de los bloques se pueden realizar varias etapas de la producción, en algunos casos de manera total y en otros parcial, acabándose el trabajo en el lugar de residencia. Por ejemplo en Nepal se da forma al bloque en la molera y se acaba en casa, excepto las grandes muelas circulares destinadas a los molinos hidráulicos, que llegan ya acabadas (Baudais y Lundström-Baudais 2002: 171-172).

Se puede producir de manera individual o colectiva (por ejemplo Teklu 2012: 49), por los mismos grupos que después los utilizarán (por ejemplo Baudais y Lundström-Baudais 2002: 159) o por artesanos especializados a tiempo completo (por ejemplo Hayden 1987a; Searcy 2011; Anderson 2013). También se documentan poblados o zonas especializadas en la producción de molinos de vaivén, como Farakoro en el país Minyanka de Mali, en los que, sin embargo, la actividad principal de los hombres es la agricultura y la ganadería, siendo esta producción una actividad estacional secundaria (Hamon y Le Gall 2011: 21-23).

La materia prima utilizada es muy variable, siendo principalmente local o regional (sobre todo para los molinos de vaivén). En algunos casos se insiste en que las dos piezas del molino (el molino y la mano del molino) no tienen porqué estar fabricadas de la misma roca. Tanto en Camerún como en Mali se observa que en algunos casos las manos se fabrican en diferentes rocas sobre todo en relación con la función que tendrán: rocas duras de grano fino para las dedicadas a los condimentos, y pequeños bloques de granito, cuarcita, etc., para las destinadas a los cereales. Siempre en rocas más duras que las destinadas a las piezas pasivas, aunque no es una norma que se pueda aplicar de manera sistemática (Gelbert 2005: 334-335; Hamon y Le Gall 2013: 118).

Por lo que respecta a los molinos rotativos, en el trabajo etnográfico realizado por H. Parton en la isla de Karpathos en Grecia, no localizó ninguna molera, y tampoco a nadie que pudiera informarle sobre donde se habían producido, ya que habían sido heredados en las familias de generación en generación (Parton 2011: 35). Un caso similar pasa en el estudio de los molinos rotativos de la tribu Ouartén en El Kef (Túnez) (Alonso *et al.* 2014: 17), donde tampoco se ha podido obtener información concreta sobre su procedencia por la misma razón, aunque se conocen datos sobre una molera utilizada hasta épocas recientes en el centro del país.

Morfología y tamaño

El análisis de las variables que inciden en la morfología de los molinos de vaivén es otro de los aspectos principales de que tratan los trabajos etnoarqueológicos. Su relación con la materia prima, la funcionalidad y con aspectos socioeconómicos son temas tratados en los estudios más completos.

Las correspondencias entre ellas no son claras en ninguno de los tres casos. Por ejemplo, la relación entre las necesidades funcionales y la morfología de los molinos de vaivén no parece ser ni directa ni consistente, y una variación morfológica no implica necesariamente una variación funcional. Tampoco idénticas tipologías entre molinos conllevan necesariamente idénticas funciones, ni viceversa, ya que se debe tener en cuenta que la larga vida de los molinos (de media diversas décadas) implica una transformación paulatina de su morfología inicial (Hamon y Le Gall 2013: 119). Un ejemplo lo tenemos en la morfología de la superficie de trabajo, como sería la profundidad, que puede ir ligada a la materia que se ha de moler. En Argelia, Mauritania o en Camerún se observa que una superficie activa plana, o ligeramente cóncava, se utiliza para cereales. Cuando esta concavidad aumenta los mismos molinos pasan a utilizarse para condimentos (Gast 1968: 348; Roux 1985: 35-37; Gelbert 2005: 331).

A. Gelbert (2005: 332-333) observa que el único criterio realmente discriminante desde un punto de vista funcional, al menos entre los molinos de los Dii del norte camerunés, es que la textura de la superficie de los molinos para cereales está siempre reavivada y mate, pero con algunas zonas brillantes dispersas o periféricas, que aparecen en caso de una utilización prolongada. En cambio las de los molinos para condimentos presentan una superficie brillante y lisa en su conjunto.

Para avanzar en este sentido, también algunos trabajos etnoarqueológicos realizan análisis de las huellas de uso del material para compararlo con el arqueológico (Hayden 1987b: 85-101; Searcy 2011: 101-105).

Por su lado algunos factores socioeconómicos, como serían la especialización en la producción y la estandarización, sí que pueden tener importancia en la variación morfológica (Horsfall 1987: 357-358; Searcy 2011: 123-135).

Cabe añadir que también pueden utilizarse instrumentos de piedra informes, no trabajados, con diversos fines como majar hierbas, pigmentos, raíces

o frutos para hacer aceite, jabón, piedras de lavar y hasta en algunos casos para descascarillar cereales (Hayden 1987: 203-208; El Alaoui 2013).

No obstante, parece señalarse que el único marcador funcional realmente fiable para los molinos de vaivén es una dicotomía en el tamaño. Es reiterativa la documentación de dos grupos según sus dimensiones. Un primer grupo, formado por molinos bastante grandes, ligados a los cereales, y otro de más pequeños, utilizados para la transformación de condimentos (figura 3e) (Horsfall 1987: 350-351; Roux 1985: 32-42; Baudais y Lundström-Baudais 2002; Gelbert 2005: 328-331; Searcy 2011: 120-123; Hamon y Le Gall 2013: 115-119).

Respecto a los molinos rotativos manuales las medidas y morfologías recogidas en los trabajos que las detallan son bastante homogéneas, con una media de diámetros entre los 30 y los 50 cm, y unos grosores entre 4 y 10 cm por muela (Baudais y Lunström-Baudais 2002: 164; Ertug-Yaras 2002: 215-216; Parton 2011: 35; Alonso *et al.* 2014: 16). La morfología de los mangos es más variada, incluso en una misma zona o pueblo puede haber diversos, como en Olymbos, donde H. Parton (2011: 36-37) comenta la presencia de un encaje horizontal como el tipo más común, pero también el agujero vertical o la percha. En Turquía o en Nepal los molinos rotativos utilizados disponen de un mango vertical (o ligeramente oblicuo) en la parte superior de la pieza activa (Baudais y Lunström-Baudais 2002: 164; Ertug-Yaras 2002: 215-216) y oblicuo en el Atlas marroquí (Bruneton 1975: 279; El Alaoui 2003: 53). En cambio en Túnez el mango, si bien es vertical, no está insertado directamente en la piedra sino que se une a la muela activa mediante una tela introducida en un agujero de sección en L, o en forma de codo, que la atraviesa (Alonso *et al.* 2014: 16-17).

Utilización: posición y gestos durante el uso, ubicación

Más allá de los vegetales de los que hablaremos en el próximo apartado, con los molinos se pueden trabajar materias como la carne (Roux 1985; Schön y Holter 1988: 156-160 en Delgado 2008: 295; Gast 2003: 62; Ertug-Yaras 1997: 418-435), los huesos de animales (David 1998: 29; Gast 2003: 62), la sal (Schön y Holter 1988: 156-160 en Delgado 2008: 295; Gast 2003: 62; Ertug-Yaras 1997: 418-435; Baudais y Lundström-Baudais 2002: 172), minerales como el hierro (David 1998: 29) o la calcita (Hayden 1987b: 191), la pólvora (Ertug-Yaras 1997: 418-435), la arcilla o el desgrasante para la cerámica, pigmentos (Hayden 1987c: 188; Katz 2003: 42), resinas vegetales para el incienso (Roux 1985), madera, corteza, piel (Schön y Holter 1988: 156-160 en Delgado 2008: 295; Gast 2003: 62), e incluso lavar ropa (Hayden 1987c: 203).

En múltiples lugares se distinguen dos categorías de molinos de vaivén: los utilizados para moler cereales y los utilizados para moler condimentos. En otros pueden ser multifuncionales, excepto para algunas materias como las semillas oleaginosas (Teklu 2012: 72). Esta multifuncionalidad puede darse al mismo tiempo o de manera consecutiva. De hecho, esta última es bien

conocida en algunas culturas, como la maya, en la que molinos originalmente usados para moler el maíz, pueden después ser reutilizados para sal, pigmentos o calcita (Hayden 1987b: 191). En el mismo contexto cultural y en una zona geográfica no demasiado extensa se pueden encontrar poblaciones con diferentes maneras de actuar. Por ejemplo en Guatemala Searcy (2011: 76) documenta, por un lado, la utilización de un solo molino para todo tipo de alimento, incluido el maíz (aunque ocasionalmente pueden tener otro para el café), y por otro lado, la utilización de tres molinos, uno para moler el maíz, uno para el café y uno más pequeño para el achiote y el chile.

Respecto a la manera como se utiliza el molino de vaivén (postura, gestos...) puede variar, por ejemplo, en función del material molido. Las mujeres del país Minyanka de Mali colocan los molinos de manos desbordantes (con los extremos que sobrepasan la anchura de la muela pasiva) utilizados sobre todo

para los cereales, sobre una tela, una esterilla o un material sintético, con el fin de recoger el producto que cae en la parte distal del molino o hacia los lados. En cambio, cuando trabajan con los molinos más pequeños ponen un contenedor (una calabaza o un plato) en la parte distal, para recoger el producto (Hamon y Le Gall 2013: 115). Según las mismas autoras la posición de la operadora y la acción de moler puede depender de diversos factores: el tipo de mano asociada (tamaño y peso), la inclinación del molino, la longitud de la superficie de trabajo, el tipo de movimiento, la naturaleza del material que se ha de moler, o el producto final que se desea.

Existen diversas maneras de utilizar los molinos de vaivén, tanto inclinados como planos y tanto en el suelo como elevados (figura 4). Sobre el suelo pueden utilizarse planos con la persona de rodillas (figura 4a) o sentada con las piernas cruzadas (figura 4b). El resto de formas de utilización son con la

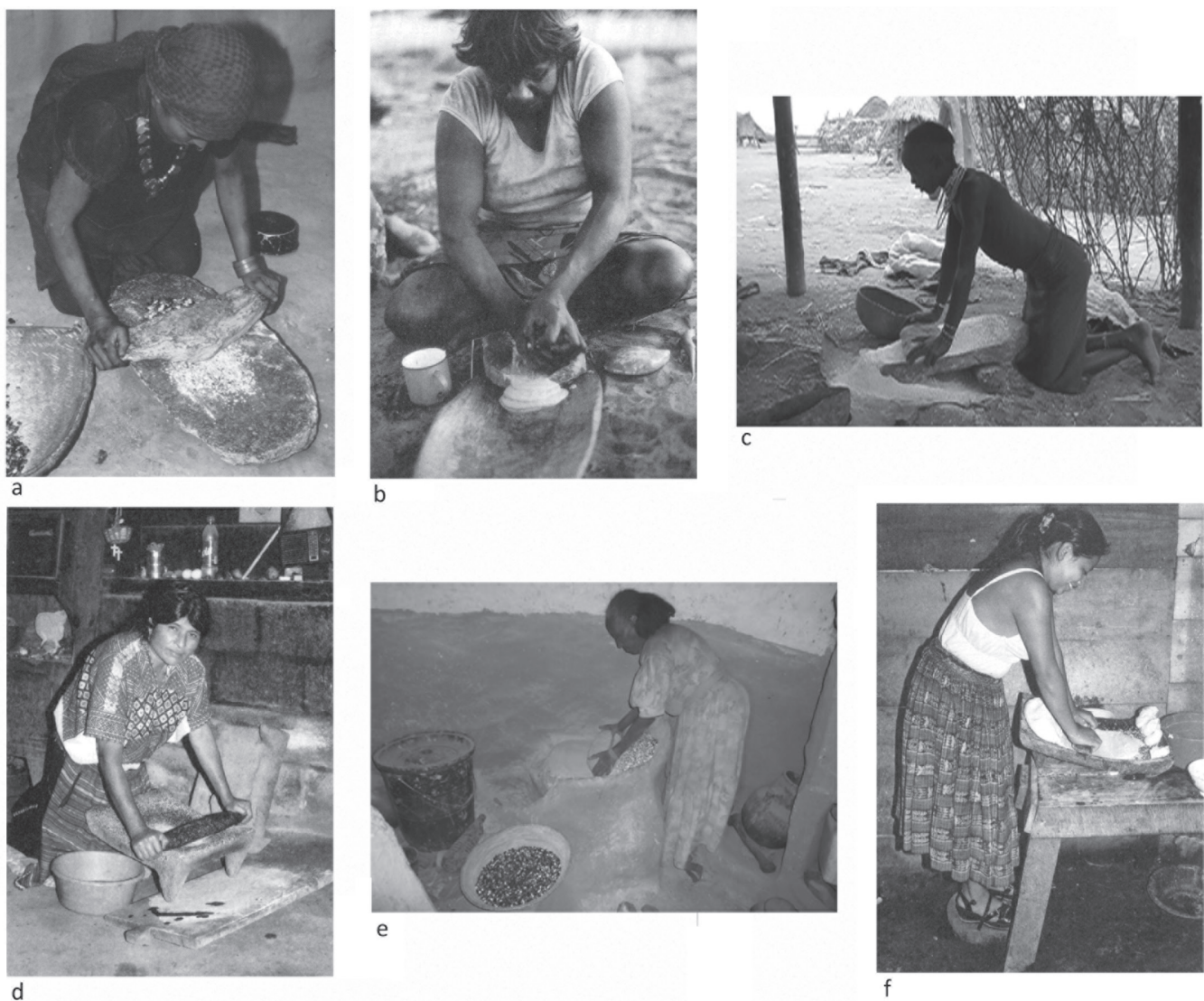


Figura 4. Ejemplos de utilización del molino de vaivén: plano sobre el suelo, (a) de rodillas (Nepal, Baudais y Lundström-Baudais 2002: figura 14), (b) sentada (Australia, Cane 1992: figura 6.3); inclinado sobre el suelo, (c) elevado con una piedra (Etiopía, foto G. Pérez), (d) molino con patas (metate) (Guatemala, Searcy 2011: figura 2.3); inclinado sobre una estructura elevada, (e) sobre una estructura en tierra (Etiopía, Teklu 2012: figura 3.4), (f) sobre una mesa (Guatemala, Searcy 2011: figura 5.13).

parte proximal del molino elevada, lo que provoca una inclinación hacia la parte más alejada de la persona que trabaja. Sobre el suelo, posicionándose las mujeres de rodillas, esta elevación puede crearse con una piedra alargada bajo el molino (figura 4c), o gracias a las patas esculpidas en el mismo molino (como las de los *metates* mesoamericanos de tres o cuatro patas) (figura 4d). La posición de la persona que realiza la operación puede ser de rodillas y sentada sobre sus talones, de manera que la presión la hacen los brazos, los hombros y el busto, o puede estar de rodillas pero con todo el cuerpo hacia adelante, de manera que la presión es más fuerte porque se lleva a cabo con todo el cuerpo (Gast 2003: 65).

También se pueden utilizar elevados permitiendo trabajar de pie: sobre una estructura construida en tierra (figura 4e), sobre una mesa de madera (figura 4f), sobre un trípode clavado en el suelo o incluso sobre un bidón de plástico vuelto del revés (Searcy 2011: 119, figura 5.11, y 120, figura 5.12, respectivamente). En Mesoamérica, tanto si se utiliza de pie como de rodillas, el molino siempre queda a la altura de la cadera de las mujeres que lo accionan (Katz 2003: 41).

La ubicación dentro de la unidad doméstica puede depender del tipo de molino. Por ejemplo entre los Dii del norte de Camerún, los molinos para cereales están en la cocina, fijados sobre una mesa, en cambio los molinos para condimentos son móviles y se ponen sobre el suelo, trabajando de rodillas, tanto en los patios como en las cocinas, aunque algunos pueden estar también fijos sobre mesas de molienda (Gelbert 2005: 333-334).

La inclinación puede tener una media de unos 4° y seguramente hace la molienda más fácil debido a que aumenta el peso sobre la mano del molino y, por tanto, sobre el grano (Horsfall 1987: 332). Esta posición es muy recurrente, y cabe decir que las numerosas terracotas antiguas existentes en el Mediterráneo oriental con mujeres moliendo muestran en la mayoría de casos esta inclinación (Bombardieri 2010). Sin embargo, como también hace notar G. A. Horsfall (1987: 348), la molienda pretende cortar y fragmentar el grano, no chafarlo, por tanto un aumento del peso no implicaría realmente una mayor eficiencia.

En algunos casos los pequeños molinos móviles de vaivén pueden utilizarse tanto en patios como en cocinas (Gelbert 2005: 333-334), y muchas veces su ubicación puede estar en función de la estación del año, de las condiciones climáticas o de donde se localiza un punto de agua (Roux 1985: 33; Katz 2003: 45). En cambio en otros, como en Etiopía, se encuentran generalmente en la cocina y pueden construirse, además, dos estructuras en tierra juntas, colocando los molinos de manera paralela: uno para el cereal de más tamaño y otro dedicado sobre todo a procesar grano más pequeño (Teklu 2012: 33, figura 3.2).

La cantidad de molinos de vaivén de que dispone una unidad doméstica normalmente depende del número de mujeres adultas que viven en ella. La ratio aproximada de molinos es de dos para grano, llegando hasta tres, y uno para condimento en sociedades con una dieta basada en los cereales (Roux

1985: 40; David 1998: 23-25; Katz 2003: 45-46; Gelbert 2005; Searcy 2011: 107; Teklu 2012: 49; Hamon y Le Gall 2013: 119).

Por ejemplo, en Nigeria cada casa tiene dos kits de molienda para trabajar una gran variedad de alimentos u otras sustancias (David 1998: 23-25). Este kit está compuesto por un molino, una piedra de cuarzo para reavivar las superficies y una escobilla para recoger la harina y limpiar la superficie. El primero se ubica dentro de la casa, en una mesa de molienda de uno a tres molinos. Como hemos dicho, la cantidad depende principalmente del número de hijas que ayuden. Si hay dos molinos, uno tiene la superficie de trabajo más rugosa, y se utiliza para una molienda más grosera (grañones o sémola), y el otro, de superficie más fina, para la molienda de harina. Las mujeres que tienen un solo molino, muelen diversas veces el mismo material, usando progresivamente manos de molino más lisas. Este kit se utiliza solamente para moler cereal. El segundo kit se compone de molinos cóncavos, utilizados con manos alargadas o globulares manipuladas con un movimiento vertical, de rotación o de vaivén. Cada casa tiene uno o más.

Por lo que respecta a los molinos rotativos, realmente cabe señalar que en las poblaciones documentadas solo se utiliza de manera más o menos ocasional, ya que los habitantes tienen posibilidades más productivas (Ertug-Yaras 2002: 216; Baudais y Lundström-Baudais 2002; Parton 2011: 41; Alonso *et al.* 2014: 17).

Los molinos rotativos pueden usarse sobre el suelo (figura 5a y 5b), o sobre plataformas construidas en un rincón como en Yemen (Bornstein-Johanssen 1975: figura 4) (figura 5c), en Olymbos, en la Isla de Karpatos, Grecia (Parton 2011: 39) (figura 5d), en Eslovenia (Smendel 2003: 127-128) o en el Riff marroquí (Peña-Chocarro *et al.* 2009: 108).

Diversas observaciones realizadas en el Magreb y en Grecia (Gobert 2003: 42; Bruneton 1975: 279; El Alaoui 2003: 53; Parton 2011: 39; Alonso *et al.* 2014: 17-18) documentan una utilización similar del molino rotativo: en el suelo, donde se coloca una piel de oveja o cabra que recoge el producto de la molienda, y que en algunos momentos es reemplazada por una tela o saco abierto. La mujer trabaja sentada con una pierna doblada y la otra estirada hacia adelante (figura 5a), o con las dos estiradas (figura 5b). Maneja el molino cogiendo el mango con una mano, mientras con la otra va poniendo el grano en el agujero central sin parar de girar. E. Katz (2003: 51) comenta que el sentido de la rotación siempre es inverso al de las agujas del reloj, sea el tipo de molino rotativo que sea. I. Smendel (2003: 143) describe una molienda a dos manos en Eslovenia, con un molino de percha, en este caso realizada por dos niñas.

Los molinos rotativos pueden ser usados tanto en el interior de las casas como fuera (Peña-Chocarro *et al.* 2009: 108; Parton 2011: 39; Alonso *et al.* 2014: 17-18). Igualmente pueden estar fijos, sobre plataformas y siempre en el interior de las casas (Bornstein-Johanssen 1975: figura 4; Smendel 2003; Parton 2011: 39; Bruneton 1975: 279) o ser portátiles, guardándose después de su uso (Parton 2011: 39; Alonso *et al.* 2014: 27). Las plataformas documentadas están cons-



a



b



c



d

Figura 5. Ejemplos de utilización del molino rotativo: (a) en el suelo con una pierna doblada y otra estirada (Túnez, foto: proyecto *Souidat*); (b) en el suelo con las dos piernas estiradas (Grecia, Parton 2011: figura 32); (c) molino rotativo sobre una estructura (*Yemen*, Bornstein-Johannssen 1975: figura 4); (d) molino rotativo sobre una estructura (Grecia, Parton 2011: figura 36).

truidas fundamentalmente en madera y localizadas en un rincón de una habitación (Smendel 2003: 141; Parton 2011: 39).

Otra manera de fijarlos, pero esta vez en el suelo, la encontramos en el Alto Atlas marroquí, en un sitio específico que puede ser la cocina, en un ángulo, o un pasillo, siempre en un lugar cubierto o protegido. La pieza pasiva se fija al piso mediante arcilla, formando un canal que sirve como receptáculo para el producto molido. Una vez utilizados se tapan con una tela (Bruneton 1975: 279; El Alaoui 2003: 53).

Para guardar los molinos de vaivén móviles después de su uso, la posición suele ser vertical, con la superficie de trabajo vuelta hacia una pared o al suelo, cerca de la mano del molino (Gast 2003: 63; Roux 1985: 42; Baudais *et al.* 2002: 176-177; Katz 2003: 45; Hamon y Le Gall 2013: 120). En las poblaciones nómadas, como los aborígenes australianos o los Tuareg, los molinos se dejan deliberadamente

en los campamentos base o en zonas de encuentro en las que serán utilizados posteriormente (Hamilton 1980: 8; Cane 1989: 112-114; Gast 2003: 63).

Los molinos rotativos móviles se pueden guardar en armarios o espacios de almacenamiento, también en posición vertical, apoyados en la pared o sobre un saco (Alonso *et al.* 2014: 26-27).

Duración y reutilización

G. Teklu (2012: 37-39 y 79-80) hace una relación de los factores de los que depende la vida activa de un molino entre los Lakia'a en Etiopía: el tipo de roca (también considerado en Hayden 1987: 193), las características de la muela pareja (molino o mano respectivamente, si son de la misma materia prima o no), la talla original, la frecuencia de reavivado (que relaciona con el tipo de cereales molidos), la talla de la superficie de trabajo, el nivel económico de la unidad doméstica y la cantidad de molinos que

poseen (también en Hayden 1987: 193). Respecto a las dos últimas variables se debe tener en cuenta que cada molino es utilizado individualmente por una mujer; por tanto una casa con diversas mujeres adultas irá desgastando diversos molinos al mismo tiempo (por tanto durarán más) mientras que una casa con una sola mujer adulta usará uno solo para toda la familia, y el desgaste será mayor.

La vida de los molinos de vaivén es variable y también depende de si se trata de la muela pasiva o molino o de la mano de molino. La media sería entre 15 y 75 años para las primeras y entre 5 y los 22 para las segundas (Hayden 1987c: 191-193; Katz 2003: 42; Delgado 2008: 321, figura 4.1.22; Teklu 2012: 49 y 80).

Una vez rotos, los molinos de vaivén para cereales suelen ser reutilizados para moler otras sustancias o para usos completamente diferentes como percutores, martillos, asientos, soportes para mesas, zócalos de fundación de graneros o muros, como losas para pavimentar patios o sitios de paso (Roux 1985; Hayden 1987c: 212-223; Searcy 2011: 98-100).

Los molinos rotativos también se documentan reutilizados: por ejemplo muelas activas usadas como muelas pasivas (Parton 2011: 38) o como tapas-puerta para cubiles de pequeños animales (Alonso *et al.* 2014: 26-27).

Etnografía y etnoarqueología de la molienda de vegetales

El abastecimiento y procesado de los alimentos vegetales tiene una importancia dietética y económica fundamental en la mayor parte de sociedades tradicionales, ya sean agricultoras o cazadoras-recolectoras.

Muchas de las plantas que tienen importancia en la dieta humana, silvestres o cultivadas, particularmente las leguminosas y los cereales, no pueden ser bien digeridas por los humanos si se comen sin procesar. Es por esto que algunos autores (por ejemplo de Beaune 2003; Wollstonecroft 2011: 141) consideran que el procesado de los alimentos vegetales tuvo un papel importante en el transcurso de la evolución humana, ya que facilitó el acceso a una gran cantidad de nutrientes que sino no se hubieran podido consumir, ampliándose así la dieta y permitiendo la obtención de alimentos más seguros y estables.

En el mismo sentido, los estudios arqueológicos van reforzando la documentación de que los molinos son unos diez mil años anteriores a la domesticación de los cereales en el Próximo Oriente (por ejemplo Piperno *et al.* 2004). Como hemos dicho, la molienda empleada permitía una amplia gama de alimentos potenciales, entre los que seguramente ya se encontraba el pan (Rowlands-Fuller 2009: 5). La elaboración de panes está bien documentada también entre las poblaciones cazadoras-recolectoras aborígenes del desierto occidental de Australia, que procesan y muelen diversas semillas silvestres de gramíneas, junco, acacia o eucalipto (Hamilton 1980: 5; Cane 1989: 104-105).

Por otro lado, como es bien sabido, en el Próximo Oriente los cereales cultivados son anteriores a la invención de la cerámica, la cual cosa refuerza la posibilidad de que su consumo en algún tipo de pan

fuera el más común. En cambio en otras zonas geográficas como África o el Este asiático, la presencia de la cerámica es muy anterior a la de los cereales cultivados, lo que indica que fue primero la cocción con agua de algunos cereales silvestres que no pueden ser panificados, como veremos más adelante. Rowlands y Fuller (2009: 5) van más allá y proponen que uno de los factores que determinaron la intensificación, el cultivo y, en definitiva, la domesticación de los diversos cereales según las zonas, fueron sus características texturales que se relacionaban con unas tradiciones culinarias ya existentes, panificación o cocido, ligadas a la preparación por molienda de los vegetales silvestres.

De hecho las técnicas de procesado de las plantas alimentarias, entre las que se encuentran la molienda, el majado y el rallado, tienen unas finalidades muy específicas (Katz *et al.* 1974; Stahl 1989: 172; Teklu 2012: 26):

- Separar los elementos convenientes para la alimentación de los que no lo son. Por ejemplo la fibra, tanto de cereales como de tubérculos.
- Cambiar la forma del alimento, como sería reducir su tamaño, la cual cosa influye en una mejor digestión.
- Ayudar a eliminar las toxinas que contienen algunas plantas.
- Y también en algunos casos añadir más nutrientes.

Los molinos intervienen en cuatro tipos de preparaciones vegetales: grañones, sémolas y harinas de cereales y de otras plantas; bebidas o cervezas; salsas y condimentos, y medicamentos.

El elenco de frutos, semillas, hojas, raíces o tubérculos que son molidos o majados para su consumo es infinito, no solamente en las sociedades de tecnología tradicional, sino en todas las cocinas de cualquier parte del mundo. Para nombrar solamente algunas de las citadas en la bibliografía consultada (figura 2b) tendríamos: entre las legumbres secas, judías, habas, guisantes, garbanzos o algarrobas, que algunas veces son torrefactadas; entre los frutos la uva, la bellota o el almeiz; múltiples especias y condimentos (pimienta, tomate seco, agrella, ajo, chiles); semillas diversas, cultivadas o silvestres, huesos de dátiles, el café, el cacao u otras oleaginosas como los cacahuets; verduras silvestres (ortigas, bolsas de pastor, polygonum...); tubérculos como la mandioca o la chufa, y evidentemente todo tipo de plantas medicinales.

Muchos de los condimentos son majados en morteros, triturados en molinos de pequeñas dimensiones o con piedras poco o nada modificadas (Hayden 1987: 203-208), como por ejemplo los utilizados para hacer aceite de oliva pero sobre todo de argán en Marruecos (El Alaoui 2013).

Como ya hemos comentado, la molienda no es patrimonio de las sociedades agricultoras. Tanto en las regiones templadas como en las tropicales diversas sociedades recolectoras, con sistemas altamente sedentarios, majan y/o muelen múltiples tubérculos y raíces de manera intensiva (Sievert 1999: 58). Se han estudiado, por ejemplo, artefactos y procesados entre las poblaciones aborígenes del norte y del desierto occidental de Australia, que utilizan machacadores y yunques para majar carne, huesos y también raíces,

frutos, frutos secos y semillas (Cane 1992; Fullagar *et al.* 1992: 40).

Veamos dos ejemplos de la cadena operativa del procesado de frutos y semillas silvestres. El primero sería el de las bellotas, base alimentaria de las poblaciones indígenas de California (EE.UU.) (Jackson 1991: 305). Una vez recolectadas se habían de secar y pelar. Se realizaba entonces un primer majado (en morteros de piedra o morteros excavados en la roca, usados exclusivamente para este fin) que daba una sémola grosera. De tanto en cuanto el producto se tamizaba y las partículas más gruesas, se volvían a poner en el mortero y se reanudaba el majado. Finalmente esta sémola se volvía a trabajar en un mortero más profundo para conseguir una harina definitiva. Para eliminar el ácido tánico se lixivia repetidamente durante algunos días. Los productos de la molienda de las bellotas se utilizan en una amplia variedad de sopas, gachas, papillas y panes, no solo en Norteamérica sino también en la península Ibérica y Europa (García *et al.* 2002).

El otro ejemplo sería el procesado y preparación culinaria de gramíneas silvestres que realizan los aborígenes del desierto occidental de Australia (Hamilton 1980: 8; Cane 1989: 105-107). Después de su recolección, las glumas de la mayor parte de las semillas son separadas frotándolas con las dos manos. Posteriormente, con la ayuda de platos de madera son ventadas y para acabar la limpieza se separan las carióspsides de otros contaminantes como palitos, arena o piedras mediante un movimiento de agitación. Seguidamente se procede a la molienda, con un movimiento de vaivén, que se puede realizar directamente después de haber remojado las semillas durante algunas horas, siendo esta la parte más ardua del procesado. Se coloca una losa de piedra para moler en el suelo con un plato de madera en el borde y se muele con agua dando lugar directamente a una pasta (figura 4b), que se puede comer cruda o cocida en el fuego (en una depresión poco profunda excavada en cenizas calientes). A continuación se enciende un pequeño fuego sobre la pasta para secar la corteza, y cuando lo está se cubre con cenizas calientes y se hornea durante 10 o 20 minutos.

Etnografía y etnoarqueobotánica de la molienda de cereales

Los cereales son la base de la alimentación de la mayor parte de sociedades agricultoras, y, desde nuestro punto de vista, conocer en detalle su procesado es indispensable para comprender los artefactos que se utilizan para transformarlos, es decir, los molinos y morteros.

Desgraciadamente la información es desigual en función de las especies procesadas y de los artefactos utilizados. Por ejemplo, como hemos visto, la mayor parte de los estudios etnográficos y etnoarqueológicos sobre molinos se centran en los molinos de vaivén, y la información sobre los cereales procesados en estos molinos de vaivén trata básicamente del maíz, el sorgo, el mijo, el ragí (o mijo de dedo). No se encuentran casi paralelos para la molienda de trigo o cebadas (figura 2b), siendo estos cereales los

más comunes en la Prehistoria y Protohistoria europea y mediterránea, es decir, los que eran procesados con los molinos de vaivén prehistóricos en estas zonas (como ya observa Samuel 2010: 457).

De hecho, en el análisis etnoarqueológico del proceso de molienda de los cereales, en pocos casos se muestra un interés detallado sobre cada uno de los estadios del proceso o sobre los diversos productos resultantes. Se requieren una serie de pasos, que varían en función del tipo de cereal, si es vestido o desnudo, el grado de limpieza en el momento de almacenarlo o el producto o productos finales deseados. Se trata de cadenas operativas de tratamiento que van dirigidas a la obtención de productos que pueden ser destinados tanto a cocinarlos en seguida como a su conservación a medio plazo. Además, aunque ciertas operaciones son comunes a todas las especies, otras están relacionadas específicamente con algunas en particular.

Los cereales y la cadena operativa de su procesado

La molienda del cereal, entendida como una operación global, no se reduce a la colocación del grano en el molino y su accionamiento, sino que conlleva múltiples acciones en función de las características de cada cereal, y que, además, implican también otros artefactos como morteros y tamices.

Características de los cereales

Como es bien sabido, en el proceso agrícola, una vez cosechados, los cereales han de ser trillados con el fin de separar el grano de la paja y otras partes de la espiga y la espiguilla, para adaptarlos al consumo humano. Hay especies que liberan fácilmente el grano durante la trilla (*free-threshing*), como el trigo común (*Triticum aestivum*), la espiga y espiguilla del cual se separa inmediatamente en grano “desnudo” (carióspside), raquis y glumas (cascarilla o cascabillo: brácteas que forman una cáscara alrededor del grano); o la cebada vestida (*Hordeum vulgare*), en el que las espigas se dividen en grano “vestido”, fragmentos de aristas y de raquis.¹ Inversamente, hay otras especies que no liberan el grano tan fácilmente y que se rompen en espiguillas, que pueden contener uno o dos granos en su interior. Algunos ejemplos serían la escaña mayor (*Triticum dicoccum*), la escaña menor (*Triticum monococcum*) o el arroz (*Oriza sativa*) (*vid.* por ejemplo Hillman 1984: figura 4).

Igualmente, y según el grado de adhesión entre las carióspsides y las glumas, los cereales se clasifican en: — especies o variedades desnudas como el trigo común, el trigo duro (*Triticum durum*), la cebada desnuda (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), el mijo perla (*Pennisetum glaucum*), el género *Eleusine* o algunos sorgos, *Sorghum*, en las que, como ya hemos dicho, el grano y las glumas se separan fácilmente entre sí;

1. Al conjunto de restos de la trilla que no son propiamente el grano lo denominaremos a partir de ahora con el término inglés *chaff*.

— y las variedades vestidas, como la escaña mayor, la escaña menor, la cebada vestida (*Hordeum vulgare*), el mijo (*Panicum miliaceum*), el arroz o algunos sorgos, en los que el grano y las glumas no se separan a pesar del proceso de trilla. Por tanto, los cereales vestidos necesitan un proceso adicional de descascarillado a fin de liberar el grano de la cascarilla o del conjunto de la espiguilla.

Un grano de cereal (desnudo o vestido), además, está formado por diversas partes que influyen también en su procesado. En el caso de los granos desnudos está compuesto por el endospermo (componente principal de las harinas), el germen y diversas capas externas que forman el salvado, y que también puede ser eliminado (figura 6a). A los cereales vestidos, como acabamos de comentar se les han de añadir las glumas adheridas, si no han sufrido todavía un proceso de descascarillado (figura 6b).

Los cereales normalmente se almacenan en grano (desnudo o vestido) o en espiguilla (en función de si son vestidos o no) y semilimpios, es decir que todavía pueden ir acompañados de pequeños fragmentos de paja, raquis, aristas o malas hierbas. El grueso de la limpieza se ha hecho durante las operaciones agrícolas de la trilla, pero queda una última, que se realiza a menor escala y que, como veremos, se puede incorporar a los pasos que conforman la operación global de molienda. Por tanto, la cadena operativa de cada cereal estará en función de las características que acabamos de enumerar.

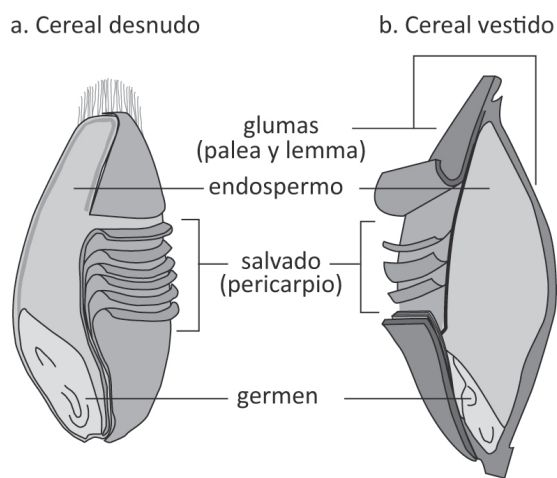


Figura 6. Dibujo esquemático de las partes de un grano de cereal desnudo y uno vestido.

La cadena operativa de la molienda del cereal

La molienda de los cereales está dirigida a obtener unos productos que se puedan utilizar tanto para cocinar como para la preservación a medio plazo. Esto requiere una serie de pasos que varían según el tipo de cereal, si es vestido o desnudo, cómo de limpio se almacenó, y cuál es el producto o productos deseados. Aunque algunas de estas operaciones son comunes a todas las especies, otras están relacionadas específicamente con algunas en particular.

Precisamente una de las operaciones relacionadas con los cereales vestidos y que implica un esfuerzo importante es el descascarillado. Este procedimiento debe realizarse antes de la molienda si se quiere obtener el grano pelado (que también se puede consumir sin moler), de manera que se rompa o chafe lo menos posible. Como veremos, otro sistema consiste en moler el grano previamente y después separar los fragmentos de gluma.

El propio descascarillado tiene diversos pasos. Por ejemplo, el pretratamiento del grano es una de las actuaciones más ampliamente documentada, siendo el secado, el torrefactado y el remojo de los granos las más utilizadas (figura 3d). El secado y el torrefactado hacen el *chaff* más frágil, más fácil de romper o pulverizar, y se aplica tanto a los trigos vestidos como a la cebada, los mijos y el maíz. En climas secos las espiguillas se secan simplemente al sol (Hillman 1984: 129; Peña-Chocarro *et al.* 2009: 106; Teklu 2012: 69). Por su parte el remojo de las espiguillas hace que las glumas y el *chaff* se hagan más flexibles, y facilita que se separen del grano, que se mantiene casi intacto (Nesbitt y Samuel 1996: 52-53).

Los instrumentos para realizar esta operación son variados. G. Hillman (1984: 129) sostiene que el mortero es el instrumento más efectivo para el descascarillado de los trigos vestidos, sobre todo si tiene la forma interior fuertemente curvada. Es o era el más empleado en muchos lugares como Etiopía, Italia, Yugoslavia, Turquía, Irán o India (Harlan 1967 en Hillman 1984: 129). De hecho es el más recurrente en la bibliografía consultada. En África es el más utilizado para el descascarillado de los mijos (Hammon y Le Gall 2011: 20; 2013a: 274). De los tres tipos de morteros documentados por estas autoras en el país Minyanka de Mali dos están ligados casi exclusivamente al procesado del mijo perla: unos son anchos y de fondo plano para desgranar y los otros, altos y profundos, son utilizados para el descascarillado. Primero se majan y después se les añade agua para separarlos de los fragmentos de gluma.

Para esta operación también se pueden utilizar piedras informes (Hayden 1987: 207), manos de mortero con piezas de hierro, clavos o sílex (Lundstrom-Baudais *et al.* 2002: 190-192), morteros excavados en el suelo, molinos rotativos u otros instrumentos específicos documentados por ejemplo en Europa (Peña-Chocarro *et al.* 2009: 107).

Durante esta operación es fundamental que los granos no se chafen, de manera que, en el caso de utilizarse un molino para este cometido, es importante que las muelas pasivas y activas estén ligeramente distanciadas, cosa difícil de conseguir con los molinos de vaivén (Schoumacker 1993: 168). En cambio los molinos rotativos sí que se utilizan, por ejemplo, en el Riff marroquí para descascarillar la escaña menor (Peña-Chocarro *et al.* 2009: 107). En este caso se coloca una lámina de corcho entre la muela activa y la pasiva, para que sea más blando, y también se puede poner el corcho directamente en el suelo y utilizar solamente la pieza activa. Igualmente se puede regular la distancia entre las dos muelas como documenta A. Bruneton (1975: 279) en el Alto Atlas también de Marruecos para descascarillar la cebada.

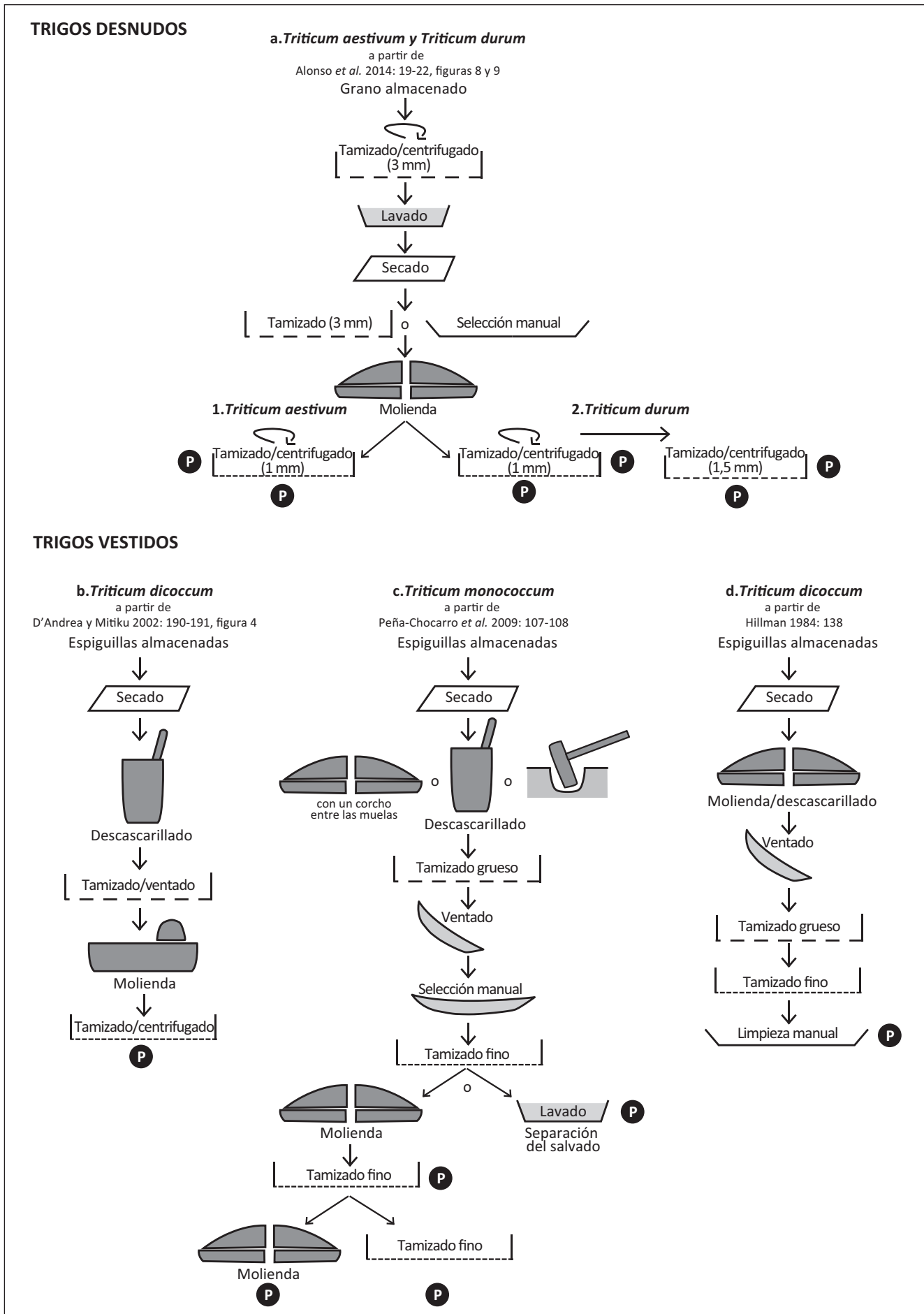


Figura 7. Cadenas operativas de la molienda de los trigos desnudos y vestidos, según el detalle proporcionado por cada autor: (a) a.1., trigo común, a.2., trigo duro, en Túnez; (b) escaña mayor en Etiopía; (c) escaña menor en Marruecos; (d) escaña mayor en Turquía. P=producto.

Se utiliza igualmente para la escaña mayor, por ejemplo en Anatolia (Hillman 1984: 138), con una separación entre las muelas de 2-3 mm, pero en este caso el grano se fragmenta primero y después se separan los grañones de los restos de *chaff*. Un procedimiento similar, también con molinos rotativos, encontramos en el Magreb para el descascarillado/molienda de la cebada vestida como veremos más adelante (Alonso *et al.* 2014: 22-23).

Antes de comenzar cualquier operación de molienda se realiza una última limpieza. Como hemos dicho, el cereal se suele almacenar semilimpio y antes de molerlo, o de descascarillarlo, se han de acabar de desechar todos los elementos no deseables, como los fragmentos de *chaff* o las malas hierbas que persistan. Generalmente se realiza un tamizado adicional y una separación manual de las semillas de malas hierbas de mayor tamaño, y, en caso de que el grano se haya torrefactado previamente, de los elementos quemados (figura 3f). A partir de aquí se puede cocinar el grano directamente, molerlo o prepararlo como *bulgur*, cuscús u otros productos para almacenar.

Se han documentado algunos ejemplos de operaciones consecutivas para la obtención de un producto o de diversos. En todos los casos estas operaciones implican la transformación de poca cantidad de cereal y se realizan generalmente en el plazo de tiempo de unas horas, en un trabajo diario. No se procesan grandes cantidades para almacenar, excepto en el caso de la preparación de algunos productos “precocinados” que veremos en el siguiente apartado como serían el *bulgur* o el cuscús. La molienda puede proporcionar de uno a múltiples productos, además de los subproductos utilizados para el consumo animal u otros menesteres y que no hemos incluido en estos esquemas (*vid.* un ejemplo del detalle de productos y subproductos en el esquema de la figura 10).

Como se puede comprobar en las figuras de la 7 a la 9, el número de operaciones que componen la cadena es variable (aunque se ha de tener en cuenta que los autores pueden haber especificado más o menos el detalle, sobre todo por lo que se refiere al procedimiento de tamizaje). El procesado más sencillo, una vez están completamente limpios de impurezas, es el de los trigos desnudos, sobre todo el del trigo común (figura 7a.1). Para esta especie solamente es necesaria una operación de molido y un tamizado/centrifugado (mientras se tamiza se realiza un movimiento de rotación que hace que las partículas más ligeras queden en la superficie interior de la criba) que da dos productos, una sémola gruesa y una harina fina. De hecho el grano del trigo común es un grano tierno, con un endospermo blancuzco y harinoso, que da la harina fina de la mayor calidad. El trigo duro, en cambio, presenta un grano menos harinoso. De hecho cuando es molido la mayor parte se rompe en pequeños gránulos amarillos (figura 1). Para su procesado, se realizan dos cribados, con luces de malla diferentes que dan hasta cuatro productos: grañones gruesos, grañones finos, sémola gruesa y sémola fina (figura 7a.2).

En los trigos vestidos, buena parte del proceso tiene como finalidad el descascarillado, que como ya hemos descrito anteriormente se puede hacer con diversos

utensilios entre los que se ha documentado también el molino rotativo (figura 7b, c y d). Evidentemente, después de este son necesarios una serie de trabajos para separar el grano ya limpio de los restos de *chaff* (particularmente bases de espiguilla, bases de gluma y glumas). Se trata básicamente de diversas operaciones de tamizado, ventado y selección manual. También se puede añadir un lavado con agua que permite separar el salvado del grano (figura 7c). Dependiendo del producto deseado, el número de veces que se pase el grano por el molino puede ser variable.

Respecto a la escaña mayor, los únicos datos existentes de la molienda de este trigo en molinos de vaivén provienen de la región de Trigay, Etiopía (figura 7b). La información indica que el cribado era muy importante con el objetivo de descartar las impurezas, pero no hay información concreta del tipo de tamices, la naturaleza de estas impurezas o de la posición del molino (D’Andrea y Haile 2002: 211).

En cuanto a la cebada vestida, su cascabillo está fuertemente adherido al grano y, aunque estos se separan fácilmente del conjunto de la espiguilla, liberarlo de sus glumas es una tarea ardua. Para su procesado podemos observar dos métodos: por un lado el que realiza una operación de descascarillado previa a la molienda, mediante un majado en mortero y un tamizado/ventado, o ventado/centrifugado con un recipiente de esparto (figura 8a y b); y por otro el que muele directamente el grano vestido y separa después los fragmentos de grano del resto (figura 8c).

En el primero, la operación propiamente de moler solamente implica una pasada, ya sea con molino de vaivén o rotativo, y los tamizados subsiguientes, como los que hemos visto ya para los trigos. En algunos casos el majado con mortero no se realiza durante mucho tiempo, ya que el propósito principal es solamente que se rompan las aristas de las glumas, muy resistentes en la cebada (desbarbado). Se documenta también en Turquía y en la tradición del noroeste europeo, donde se utilizaba un instrumento específico para esta función (Hillman 1985: 20).

En cambio en el segundo, los productos que pueden ya consumirse solo llegan después de una segunda pasada por el molino. El hecho de haber torrefactado el cereal, sin embargo, hace las glumas más frágiles, de manera que se rompen más fácilmente. El tamizado posterior a la primera molienda tiene como principal objetivo separar los fragmentos de grano de los fragmentos de glumas, los fragmentos más grandes de los cuales son eliminados en el tamizado posterior. Una vez realizada la segunda molienda, además de eliminar el *chaff* se clasifican los diversos productos (*vid.* el detalle en la figura 10).

En cuanto al tratamiento de los mijos tenemos el ejemplo de la molienda del mijo perla en Mali (Hamon y Le Gall 2013: 111-112) (figura 9a). Las espigas se desgranar en un mortero bajo utilizado básicamente para esta tarea, generalmente fuera del poblado, se venta el producto y se pone en remojo para ablandar las glumas. Se procede después al descascarillado con un mortero alto y profundo y se lava para acabar de separar el grano del cascabillo. Se puede majar en un mortero o moler en un molino de vaivén, en función del producto deseado, y

seguidamente realizar los tamizados necesarios para obtener la textura deseada.

M. Gast y J. Adrian (1965: 22-24) documentan el procesado del mijo en El Ahaggar (Algeria), pero solamente con la utilización de morteros, como en una de las posibilidades del ejemplo anterior y con un procesado similar, ya que consideran que la harina producida así es mejor. Los pasos realizados son un primer descascarillado del grano húmedo en el mortero, un aventado, un segundo majado en el mortero, volviéndolo a humedecer y un último aventado.

En cuanto al maíz, necesita de un tratamiento alcalino para aprovechar todas sus propiedades alimenticias (Katz *et al.* 1974). Este tratamiento puede consistir en una cocción en una solución de agua con lima o con cal (Adams 1999: 479; Katz 2003: 42-43; Duffy 2011: 9

y 14), dejándola en remojo, aclarándola posteriormente, y finalmente moliendo el grano húmedo, de manera que el producto que se obtiene es directamente una masa, no harina, que generalmente se cocina inmediatamente (figura 9b).

Por tanto, algunos cereales son molidos después de tenerlos en remojo durante un tiempo o añadiendo agua en el molino, de manera que el producto obtenido tiene la consistencia de una masa fina. Esta práctica se recoge sobre todo con el maíz pero también con otros cereales, como el sorgo, por ejemplo en Sudán (Dirar 1993: 75-76, en Samuel 2000: 557) o Etiopía (Teklu 2012: 34, 50 y 70); o con el sorgo y también el mijo en Yemen, donde es remojado durante toda la noche en agua, y molido diversas veces en un molino rotativo hasta obtener la consistencia requerida

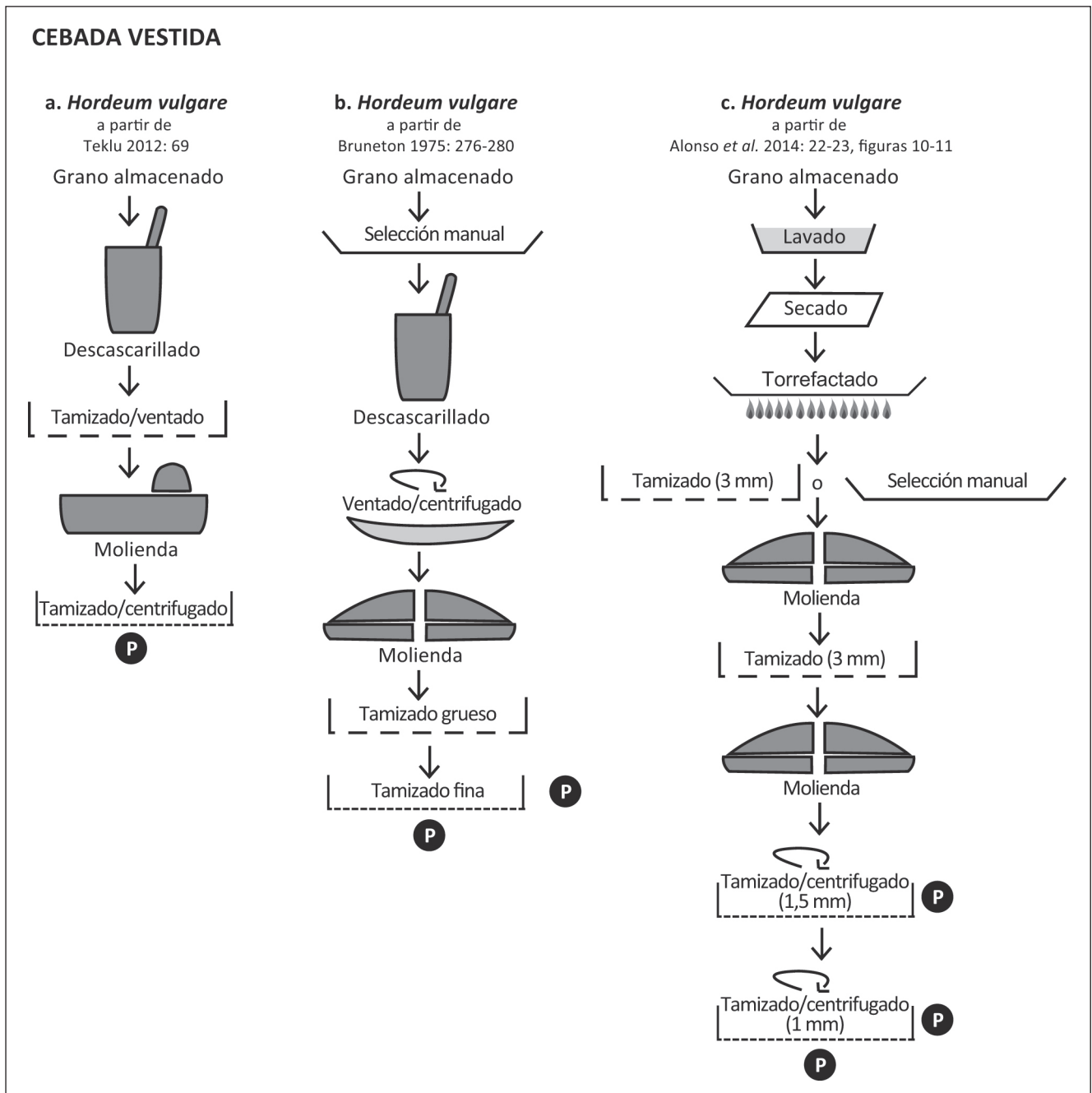


Figura 8. Cadenas operativas de la molienda de la cebada vestida, según el detalle proporcionado por cada autor: (a) en Etiopía; (b) en Marruecos; (c) en Túnez. P=producto.

(Bornstein-Johannssen 1975: 293). Esta práctica se documenta igualmente con semillas silvestres entre los grupos recolectores australianos (Cane 1989: 105).

Igualmente, la molienda también forma parte de las operaciones necesarias para la producción de bebidas a base de cereales, como las cervezas. Una molienda rápida convierte los granos malteados en grañones o sémola (por tanto fragmentos), la cual cosa incrementa la superficie permitiendo una mayor penetración del agua (Samuel 2000: 550). G. Teklu (2012: 7) documenta la cadena operativa de la producción de una bebida hecha de trigo descascarillado, mijo de dedo (*Eleusine coracane*) y *Rhamnus prinooides*: remojados en agua en una pequeña tinaja durante un día. Pasado ese tiempo se vacía el agua, se maltea (la cebada remojada es cubierta con hojas de *Croton macrostachyus*) y se la deja hasta que germina, se seca y se muele con un molino de vaivén, con poca energía.

Las formas de proceder son múltiples y es importante además tener en cuenta que el proceso de molienda también depende de la experiencia y habilidad de las mujeres que lo llevan a cabo, así como de otros factores como la cantidad de cereal a moler, los tipos de tamices o el tiempo de que se dispone. Por ejemplo, si la molienda se tiene que hacer rápido, la cantidad de grano molido de una vez será mayor y el producto grañones. Si lo que se quiere es harina fina, la molienda debe hacerse más lentamente, con poco grano al mismo tiempo. Algunas mujeres a veces utilizan diferentes manos de molino según la harina que quieran producir, como en Darfur del norte, en Sudán (Schön y Holter 1990: 362, en Samuel 2000: 557; David 1998: 23-35).

Es importante remarcar la importancia de los tamices que, de hecho, son indispensables en el proceso de molienda. Las mallas pueden estar fabricadas con tendones, tripa o ser metálicas, y, como hemos visto, sirven para diferentes funciones dependiendo del tamaño, siendo este un criterio para su clasificación, que va generalmente de 3 a 1 mm de luz de malla (Alonso *et al.* 2014: 18), aunque la mayor parte de los trabajos etnoarqueológicos no lo detallan.

Además, las diversas operaciones implicadas pueden ser realizadas por una sola persona o por más de una, en este caso constituyendo una molienda “en cadena”, donde el producto va pasando de una mujer a otra hasta obtener una harina fina (Adams 2002: 116, en Samuel 2010: 463; Katz 2003: 46).

Los productos de la molienda de los cereales

Las múltiples maneras de procesar y cocinar los cereales sirven para romper la monotonía de una alimentación muchas veces basada básicamente en un solo alimento, variando también el acompañamiento. C. Hamon y V. Le Gall 2013 reflejan muy bien esta manera de proceder describiendo dos secuencias paralelas reiterativas en la preparación de las comidas por parte de las mujeres Minyanka, en Mali: por un lado, la preparación del plato basado en el cereal (mijo, sorgo o maíz), y, por otro, la preparación de la salsa acompañante (de hojas, semillas, especias, sal, harina de pescado...).

De hecho hay infinitas maneras de consumir los cereales: enteros, maduros o inmaduros, tostados, “explotados” (*pop*), en múltiples tipos de pan, cremas, papillas y gachas, pastas y bebidas (Sigaut 2010). Además muchas veces se utilizan conjuntamente harinas de diversas especies.

A grandes rasgos existen tres maneras de consumirlos: como pan, con sus diversas variantes, como gachas o como cervezas. Respecto al pan, la posibilidad de elaborar diversos tipos depende de las características de cada especie de cereal y sus componentes, teniendo el contenido en gluten y/o almidón un papel decisivo en este sentido (Lyons y D’Andrea 2008: 523-524). El gluten se encuentra exclusivamente en los cereales que fueron domesticados en Oriente Próximo, principalmente los trigos y en menor medida en el centeno (*Secale cereale*), la cebada y las avenas (*Avena*).

En todos los trigos el gluten absorbe agua y forma una masa cohesiva, pero son los trigos hexaploides (*Triticum aestivum* o *Triticum spelta*) los que tienen una elasticidad mayor. El trigo común (*Triticum aestivum*) reúne todas las condiciones que permiten que su harina absorba más agua, y por tanto que dé una masa leudada² y que se obtenga un pan más esponjoso. Los trigos tetraploides (*Triticum durum* o *Triticum dicoccum*) tienen un bajo contenido en gluten y no suben bien, pero en cambio conservan un alto grado de absorción de agua que los convierte en muy importantes en la elaboración de tortas o panes planos. Por su lado la cebada o la avena tienen gluten pero su composición química los hace inadecuados para leudar.

En cuanto al maíz, según la variedad es adecuado para moler o no. De las cuatro variedades principales, dos son ideales para producir harinas, mientras que las otras se han de procesar de maneras diferentes (Adams 1999: 479).

Por su lado, los cereales indígenas de África como el tef (*Eragrostis tef*), el ragí o mijo de dedo (*Eleusine coracana*), el mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y el sorgo (*Sorghum*) no contienen gluten. Las masas de harina de mijo o sorgo son firmes y, aunque no tienen tanta capacidad de fermentar con levadura, pueden hornearse, aunque no son demasiado elásticas (Lyons y D’Andrea 2008: 523-524).

El pan se cocina de dos maneras principales, sobre una plancha o en un horno. La masa de los cereales con gluten es maleable y se le puede dar forma antes de hornear, en cambio la de los cereales sin gluten, que son ricos en almidón, dan una masa más líquida, y, por tanto los panes fabricados con estas harinas o se moldean o se cuecen en planchas de diversos materiales (cerámica, piedra, metal) (Lyons y D’Andrea 2008: 517-518). Entre estos últimos encontramos: todos los panes africanos subsaharianos hechos de harina de cereales, gramíneas silvestres o tubérculos; los de mandioca (*Manihot esculenta*) o de boniato (*Ipomoea batatas*) en Sudamérica; las tortillas de maíz en Centroamérica; los de maíz, de bellota o de frutos secos en Norteamérica; los de mijos silvestres, gramíneas

2. Leudar: fermentar con levadura.

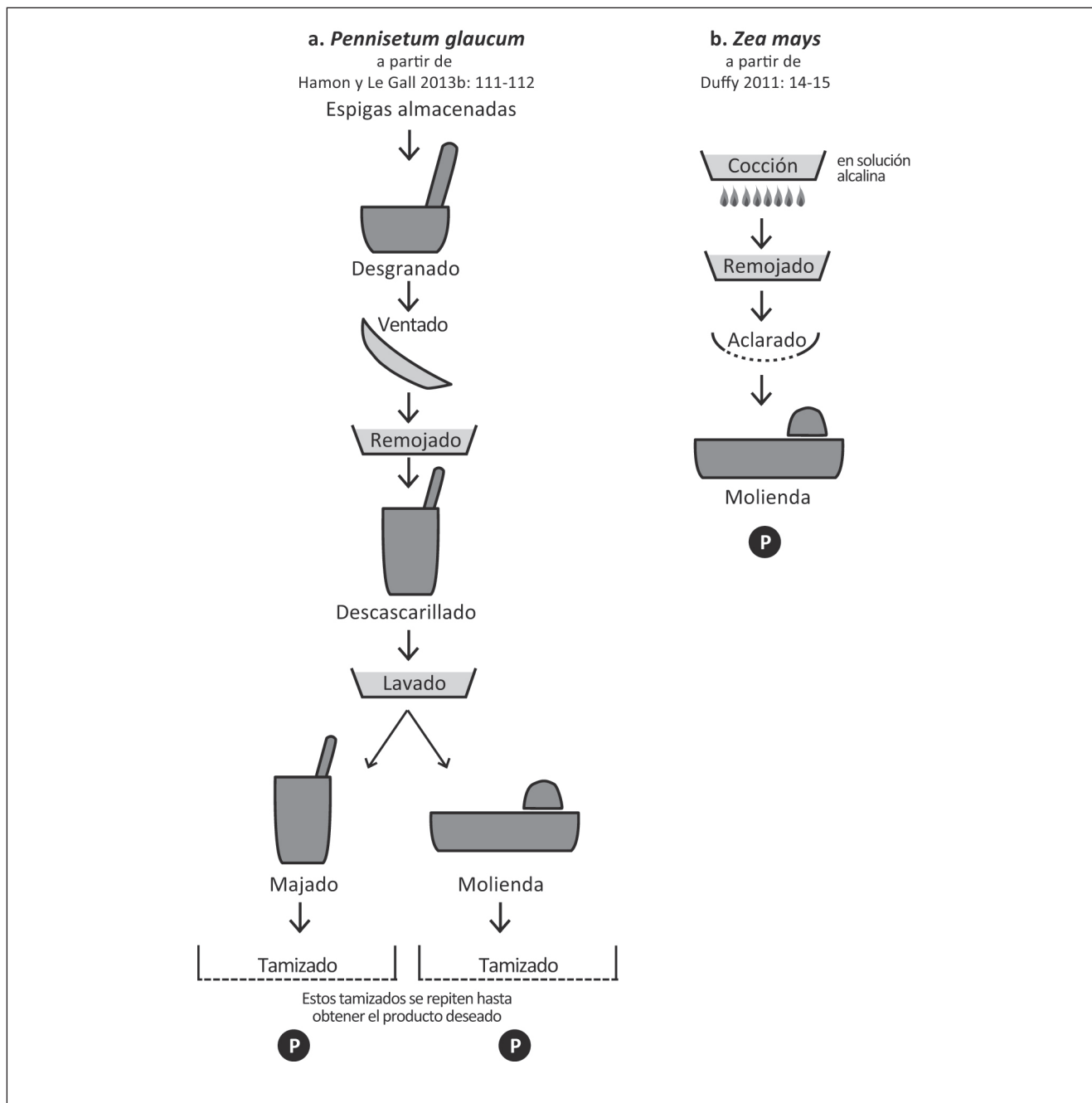


Figura 9. Cadenas operativas de la molienda (a) del mijo perla en Mali y (b) del maíz en Guatemala, según el detalle proporcionado por cada autor. P= producto.

y otras plantas en Australia (Lyons y D’Andrea 2008: 523-524). Los cereales con gluten también se pueden cocinar de esta manera.

El número de platos elaborados a partir de cereales es enorme. Solamente en Túnez, S. Ferchiou (1979) indica la existencia de 35 variedades de platos basados en el trigo y 12 en la cebada, 15 tipos de cuscús, más de 20 tipos de estofados, y más de 15 variedades de panes leudados y panes ácimos.

En cuanto al trigo desnudo, G. Hillman (1985: 12) enumera diversas formas de consumo en una aldea al Este de Turquía: el grano entero tostado; harinas de grano tostado (que se puede moler en un molino rotativo y usarse para gachas o pan); grano inma-

duro y seco; pasta de trigo; grano hervido; *bulgur*; grañones cocinados como cremas o gachas; granos inmaduros triturados o molidos; bolas estofadas de granos inmaduros; pasta; mezcla de masa estofada con queso; pan ácimo; pan; brotes. También en Turquía, pero en una aldea de Anatolia Central, F. Ertug-Yaras (1997: 265-269) documenta cinco tipos de panes preparados de manera doméstica: un pan fermentado hecho de harina de trigo (pero a la que se puede añadir harina de centeno o de cebada); uno similar pero más pequeño que puede ser leudado o no; uno todavía más pequeño y grueso, hecho con harina de trigo y de cebada; el más grueso, con un agujero en el medio, de harina de trigo, fermentado

y cocido en hornos de piedra, y uno más pequeño para ocasiones especiales. Se han de añadir diversos tipos de tartas, preparadas con la misma pasta que el primer pan citado, al que se añaden huevos, queso, espinacas, carne...

La cocina rural tradicional de Túnez utiliza la sémola fina del trigo duro para la preparación de panes ácimos, cocidos sobre un plato cerámico o fritos; con la sémola gruesa, húmeda, cubierta de sémola fina, se prepara un cuscús por rodamiento; los grañones más finos se utilizan sobre todo para sopas y los más gruesos a veces se mezclan con harina formando un pan completo (Gobert 2003 [1940]: Aubaile-Sallenave 201: 350; Alonso *et al.* 2014: 24-27).

Respecto a los trigos vestidos se documenta una utilización parecida (Hillman 1984: 141; Peña-Chocarro *et al.* 2009: 108): para hacer pan (tanto solo como mezclado con harina de otros cereales o legumbres), *bulgur*, cuscús, obleas, pasta, crepes, platos de gachas cocinados con grañones y mezclados con aceite de oliva, trigo, mantequilla o mosto, productos a partir del grano verde.

El empleo de los grañones de cebada (gruesos o finos) es común en los países mediterráneos, en sopas o estofados de carne o pescado, como cuscús o pan, mientras que la sémola fina se consume especialmente como gachas (a veces mezclada con trigo), pero también en una pasta con aceite, pueden utilizarse para hacer pan o galletas, o bebidas refrescantes (Hillman 1985: 19-20; Aubaile-Sallenave 2001: 348-351; Parton 2011: 41; Alonso *et al.* 2014: 27).

J. L. Adams (1999: 480, tabla 1) recoge múltiples técnicas del procesado del maíz, con grañones, sémolas y harinas. Las texturas más gruesas se utilizan para la elaboración de tortillas, tortas y gachas espesas, o son mezcladas con agua en una bebida. La harina fina se utiliza para panes ácimos, bollos, púdinges o panes especiales. El maíz se consume también verde o con el grano inmaduro (Duffy 2011: 9).

El sorgo y el mijo son consumidos en Yemen como gachas o pan, siendo las primeras más esenciales (Bornstein-Johannssen 1975: 292-294). En el África subsahariana los cereales majados, triturados o molidos son la base de los ingredientes de los platos tradicionales: cuscús de mijo, crema, tortas fritas y especialmente una pasta de mijo o de sorgo acompañada de una salsa en que se mezclan diversos ingredientes majados (Gelbert 2005; Hammon y Le Gall 2011: 20; 2013a: 274).

Como se ha comentado, algunas de las preparaciones no están destinadas al consumo inmediato, como el *bulgur*, bien conocido en Turquía, Grecia y también en el Magreb. Presenta numerosas propiedades físicas, nutricionales y dietéticas, y originalmente era preparado con escaña mayor aunque actualmente se utiliza cualquier cereal, principalmente el trigo duro, sobre todo si es preparado industrialmente. Se puede conservar hasta un año entero (Hillman 1984: 133; Bayram 2005: 179).

Las operaciones realizadas para su producción se pueden sintetizar básicamente en: cocción (hervido), secado al sol, descascarillado y eliminación del salvado, molienda y clasificación. El molido del *bulgur* se puede hacer tanto en un mortero como en un

molino rotativo (figura 7d), especialmente cuando se produce poca cantidad (Hillman 1984: 136). El último paso se lleva a cabo con diversos tamices y tiene también diversos pasos, que dan tres variedades en función de la talla de las partículas: tamizado preliminar (para separar los granos enteros que se vuelven a moler), primer tamizado del *bulgur* (los grañones de más calidad quedan en el tamiz y los más pequeños se vuelven a tamizar), segundo tamizado del *bulgur* (los grañones medianos quedan y los más finos y la harina pasan), tercer tamizado del “polvo de *bulgur*” (el que queda en el tamiz de baja calidad se almacena separadamente y se mezcla con yogur y hierbas, el resto se transfiere a los sacos de harina) (Hillman 1984: 135; Ertug-Yaras 1997: 269). El *bulgur* es utilizado como el arroz. Se añade a sopas, se usa en estofados con vegetales y se agrega a casi todas las comidas vegetales. F. Ertug-Yaras (1997: 269) contabiliza veinte recetas diferentes que incluyen este producto.

G. Teklu (2012: 69) describe la preparación de dos platos de cebada en la región Tigray de Etiopía, la elaboración de los cuales también comporta un hervido previo a la molienda, el *kollo* y el *boso*. Para su elaboración primero la cebada es majada con un mortero y una mano de madera para descascarillarla, seguidamente se hierve y después se deja secar al sol durante unos minutos. Se torrefacta y se muele para hacer harina (*boso*) o se maja para acabar de descascarillarla, y después se consume directamente (*kollo*).

Arqueobotánica del procesado de los productos cerealísticos

Los restos de cereales son los más frecuentes en los registros arqueobotánicos. Se recuperan fundamentalmente carbonizados y su estado de preservación puede ser muy diferente, según diversas variables, como el grado e intensidad de la carbonización, el tipo de sedimento en que se encontraban o los procesos posdeposicionales sufridos. Se recuperan tanto el grano (cariópsides) como los fragmentos de *chaff*.

El grano puede encontrarse entero o fragmentado. Las razones de su fragmentación pueden haberse producido después de su carbonización—debido a procesos postdeposicionales (pisado, presión sedimentaria, acidez del suelo, proceso de excavación y tratamiento de las muestras)— o antes de la carbonización —procesos de trilla, descascarillado y también de molienda. Los criterios de identificación para distinguir ambos tipos de fragmentos, precarbonización o postcarbonización, han sido bien establecidos por diversos autores (*vid.* por ejemplo Valamoti 2002; Antolín y Buxó 2011). Por tanto, podría ser que algunos de los frecuentes pequeños fragmentos de cereal, como hemos dicho muy comunes en las muestras arqueobotánicas, correspondieran a grañones o sémola gruesa.

Se trata de un sujeto de estudio experimental de la investigación arqueobotánica, muy estimulante en el objetivo de aumentar nuestro conocimiento de los productos cerealísticos consumidos y su procesado. La etnoarqueobotánica también puede ayudar en este

1. Lavado
2. Secado
3. Torrefactado
4. Selección manual del grano quemado
5. Molienda

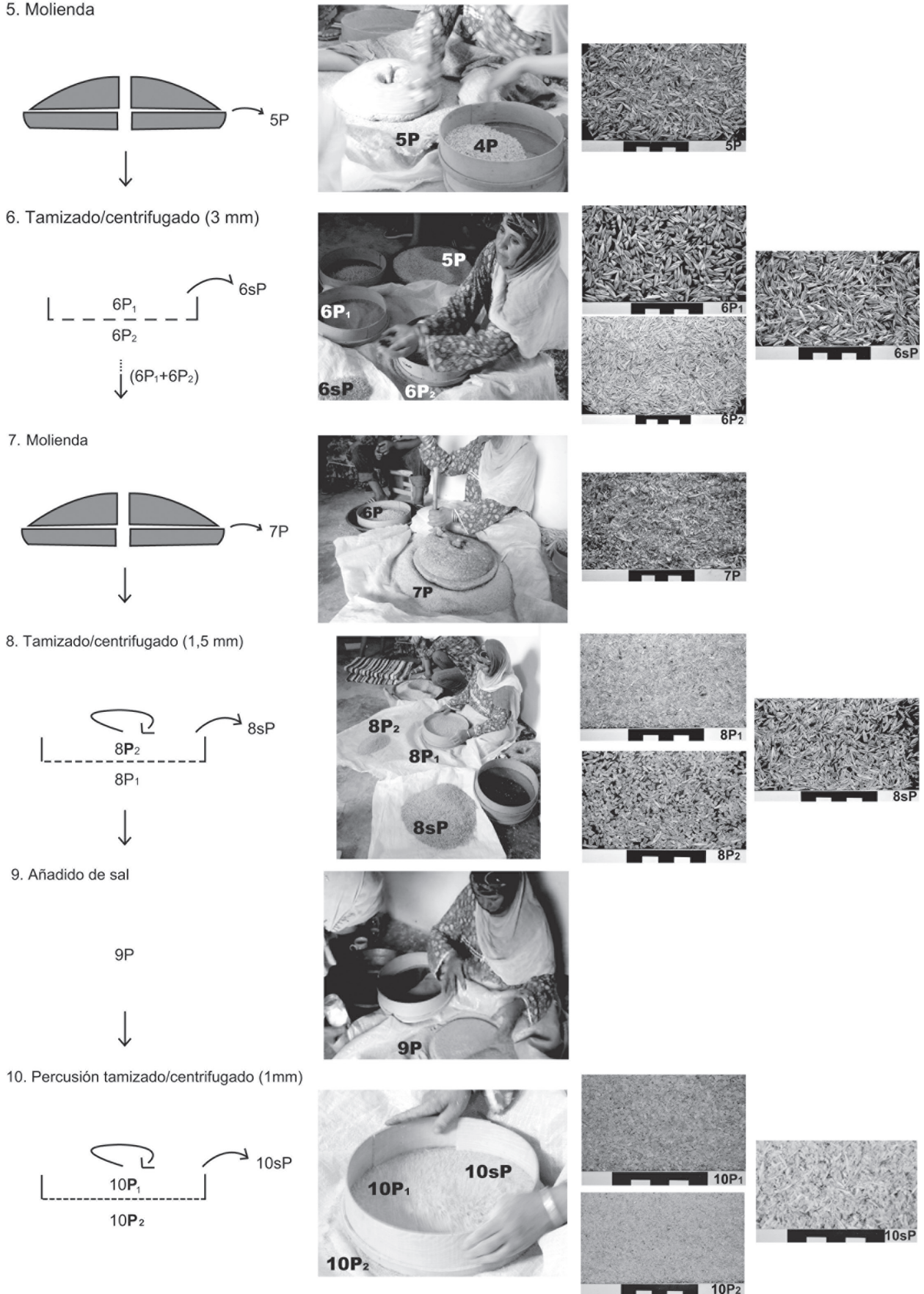


Figura 10. Ejemplo de la composición de un esquema de las operaciones de la molienda de la cebada vestida con el detalle de producto [P], producto final [P] y subproducto [sP] (Alonso *et al.* 2014: figuras 10 y 11).

sentido pero, desgraciadamente, las descripciones etnográficas, etnoarqueológicas y etnohistóricas pocas veces llegan al detalle necesario para construir modelos interpretativos desde la arqueobotánica.

Sin embargo, desde ya hace unas décadas la investigación etnoarqueobotánica se esfuerza en este sentido. Los trabajos de G. Hillman como pionero (1981; 1984; 1985) desarrollan una metodología de recogida sistemática de muestras y análisis de los conjuntos en función de su estadio en el procesado, que permite relacionar la actividad humana con los restos arqueobotánicos. Muchos otros investigadores e investigadoras han trabajado en este sentido hasta el día de hoy, centrados sobre todo en los procesos agrícolas posteriores a la cosecha de múltiples vegetales.

Sin embargo la investigación sobre el procesado de plantas en la preparación de comidas y/o productos alimentarios específicos, que implicarían pulverización, molienda, majado, hervido, tostado y horneado, se han estudiado principalmente desde el punto de vista de los artefactos o estructuras implicados y no tanto desde el de la materia o sustancia trabajada. Sin embargo, esto no quiere decir que no haya habido trabajos sobre el pan, la cerveza, las legumbres o los tubérculos silvestres (*vid.* Caparelli *et al.* 2011, con la bibliografía correspondiente). Por lo que se refiere a la molienda, o los cereales molidos, son indispensables los trabajos de S. M. Valamoti (por ejemplo 2002 o 2011), sobre todo centrados en la identificación arqueobotánica de la producción de *bulgur* en Grecia.

En este sentido, y con el deseo de ampliar la información sobre la molienda de cereales con molino rotativo, realizándose una recogida de muestras sistemática, se ha llevado a cabo un proyecto etnoarqueobotánico de análisis de estas operaciones en el noroeste de Túnez (Alonso *et al.* 2014). El objetivo era comprender la cadena operativa del procesado que, como hemos visto, va mucho más allá del propio molino, los productos resultantes, los subproductos y los residuos generados en cada uno de los estadios de la cadena. Se registró la limpieza y molienda del trigo común y del trigo duro y la limpieza, la torrefacción y la molienda de la cebada vestida. Se documentaron las diferentes operaciones llevadas a cabo por las mujeres de la tribu Ouartén de la región de El Kef, registrando y muestreando el producto de cada operación, que podía ser procesado posteriormente hasta que se llegaba al producto final. A su vez este proceso generaba subproductos, que podían tener diversos usos, así como varios tipos de residuos, todos ellos muestreados.

Para comprender el proceso completo se realizaron diagramas con la ubicación de cada uno de ellos, como se puede observar en la figura 10, que muestra los estadios de la molienda de la cebada vestida (*vid.* también figura 8c y Alonso *et al.* 2014: figuras 9 y 10). Empieza con la segunda molienda, en la que se introducen en el molino rotativo los productos procedentes del tamizado anterior y seguidamente se realiza un tamizado/centrifugado con un tamiz de 1,5 mm de luz de malla. Esta operación da dos productos, uno que será definitivo, unos grañones en el interior del tamiz, y otro más fino que después de

añadirle sal se volverá a moler. Por su parte el movimiento de centrifugado ha hecho que las partículas más ligeras (sobre todo fragmentos de glumas) se hayan concentrado en la parte superior del centro del tamiz. Se recogen con las manos y, como subproducto, se aprovecharán para dar a los animales. Se realiza un tamizado/centrifugado final con una malla de 1 mm, que genera un subproducto similar al anterior, pero de tamaño menor, y dos sémolas, una más gruesa en el interior del tamiz y otra más fina que ha pasado a través.

Este procedimiento nos permite analizar al detalle cada uno de los pasos, permitiendo posteriormente la carbonización experimental de las muestras recuperadas y su comparación con otras de molienda experimental y sobre todo muestras arqueobotánicas procedentes de yacimientos arqueológicos.

También es de particular interés la identificación etnoarqueobotánica de las operaciones realizadas en la esfera doméstica basándonos en diversos tipos de evidencias. Por ejemplo, la torrefacción de la cebada es una de las acciones que más posibilidades tienen de generar grano carbonizado, un residuo resistente que puede recuperarse durante las excavaciones arqueológicas. Estos cereales quemados aparecen tanto en o alrededor de los hornos y son una clara evidencia del uso de esta técnica (figura 3d). Las concentraciones de semillas carbonizadas, cercanas a los hornos arqueológicos, sugieren que la torrefacción podía no realizarse diariamente, sino concentrada en periodos concretos.

Contrariamente, otros procesos como la limpieza manual de los granos de cebada parcial o totalmente carbonizados, pueden acabar dispersos en pequeñas cantidades en el suelo de un patio o de una habitación, generando también evidencias arqueológicas futuras, de muy poca densidad de restos pero reflejo de una actividad cotidiana (figura 3f). Este grano descartado puede estar acompañado de malas hierbas o *chaff*.

El descascarillado de los cereales vestidos, sin embargo, es uno de los aspectos del procesado que más atención ha atraído en Arqueobotánica, tanto desde el punto de vista etnoarqueobotánico como experimental (Hillman 1984: 130; Lundström-Baudais *et al.* 2002: 194-195; Procopiou 2003: 121-122; Nesbitt y Samuel 1996: 52-53; Küster 1984: 310; Meurers-Balke y Lüning 1992: 346-348; Alonso *et al.* 2013).

Conclusiones

La molienda y el majado de diversas materias orgánicas e inorgánicas, de innumerables vegetales y particularmente de los cereales, es una práctica íntimamente relacionada con las sociedades humanas de todas las épocas, sobre todo con las mujeres, sobre las cuales recae principalmente esta tarea. Son indispensables para facilitar su consumo y al mismo tiempo permiten una variación en los productos culinarios, que se multiplican en platos distintos que evitan la monotonía de algunas cocinas basadas en un número limitado de alimentos.

La diversidad en técnicas y utensilios es patente, si bien se documentan unos elementos comunes ligados a las características de los cereales tratados,

y las operaciones necesarias para su tratamiento. El repaso realizado en este trabajo de una parte de las publicaciones existentes sobre la molienda, los molinos y los diferentes aspectos relacionados, nos ha dado una visión amplia de como sociedades diversas utilizan técnicas similares. Nuestro interés se ha enfocado principalmente en la utilización de los molinos manuales, tanto de vaivén como rotativos, y en las operaciones de molienda asociadas, que van mucho más allá de los propios molinos y que implican morteros, tamices y gestos técnicos a los que solamente podemos aproximarnos gracias a la documentación etnográfica o etnoarqueológica.

Hemos visto, y de hecho era uno de nuestros objetivos principales, como el molino es solamente un eslabón de un proceso mucho más complejo, que conlleva múltiples operaciones. Al mismo tiempo, este procesado de los cereales también proporciona una gama de productos mucho más variada que la que puede quedar en nuestro imaginario y que se reduce muchas veces a la harina en polvo para hacer pan blanco. Desde nuestro punto de vista, comprender esta diversidad en los productos es básico para poder aproximarnos al contexto de la molienda de cereales en épocas pretéritas. La búsqueda de estos productos en el registro arqueobotánico es una muy interesante línea de investigación.

Otras aproximaciones, sobre todo desde la experimentación, son indispensables también para una aproximación arqueológica a la molienda. La experimentación sobre la fabricación de todo tipo de molinos, huellas de uso, ratios de producción o fragmentación de los granos de cereal, permite un control de las variables mayor que el que se da en los trabajos etnoarqueológicos, aunque estos dispongan de una mano de obra que realmente es experta en

las diversas tareas y por tanto unos datos más reales.

La investigación arqueológica futura sobre la molienda necesita de aproximaciones interdisciplinares que tengan en cuenta el origen de la materia prima del molino, proceso de fabricación, moleras, morfologías, materiales tratados, técnicas de uso, huellas de uso, microresiduos, ubicación, reutilización, arqueobotánica de los productos, distribución del trabajo y las relaciones socioeconómicas de la producción.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto HAR2012-36877 y del SGR2014-273. He de agradecer a Timothy J. Anderson y Ferran Antolín, su ayuda en la obtención de algunos materiales bibliográficos, así como sus comentarios que han ayudado a mejorar el texto. También a Caroline Hamon, Leonor Peña-Chocarro y Guillem Pérez por las fotografías originales que me han proporcionado.

Natàlia Alonso

Grup d'Investigació Prehistòrica
 Departament d'Història. Facultat de Lletres
 Universitat de Lleida
 Pl. Víctor Siurana, 1
 25003 Lleida
 nalonso@historia.udl.cat

Rebut: 30-6-2014

Acceptat: 15-7-2014

Bibliografía

ADAMS, J. L. (1999). Refocusing the role of food grinding tools as correlats for subsistence strategies in the US Southwest. *American Antiquity*, 64(3): 475-498.

ALONSO, N., ANTOLÍN, F., LÓPEZ, D., CANTERO, F. J. y PRATS, G. (2013). The effect of dehusking on cereals: experimentation for archaeobotanical comparison. En: ANDERSON, P. C., CHEVAL, C. y DURAND, A. *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An Interdisciplinary focus on plant-working tools*. XXXIIIè Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA. Antibes: 155-168.

ALONSO, N., CANTERO, F. J., JORNET, R., LÓPEZ, D., MONTES, E., PRATS, G. y VALENZUELA, S. (2014). Milling wheat and barley with rotary querns: The *Ouarten* women (Dahmani, Kef, Tunisia). En: SELSING, L. (ed.). *Seen through a millstone*. Museum of Archaeology. University of Stavanger. Stavanger: 11-30.

ANDERSON, T. J. (2013). Les carrières de meules du sud de la péninsule Ibérique, de la protohistoire à l'époque moderne. Tesis doctoral inédita. Universidad de Grenoble.

ANTOLÍN, F. y BUXÓ, R. (2011). Proposal for the systematic description and taphonomic study of carbonized cereal grain assemblages: a case study of an early Neolithic funerary context in the cave of Can Sadurní (Begues, Barcelona province, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany*, 20: 53-66.

AUBAILE-SALLENAVE, F. (2010). Céréales vertes, céréales de fête, céréales antiques au Maghreb. En: FRANCONIE, H., CHASTANET, M. y SIGAUT, F. (dir.). *Couscous, boulgour et polenta. Transformer et consommer les céréales dans le monde*. Éd. Karthala. París: 341-365.

BAUDAIS, D., LUNDSTRÖM-BAUDAIS, K. (2002). Enquête ethnoarchéologique dans un village du nord-ouest

- du Népal: les instruments de mouture et de broyage. En: PROCOPIOU, H. y TREUIL, R. *Moudre et Broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité*. I. Méthodes: 155-180.
- BAYRAM, M. (2005). Modelling of cooking of wheat to produce bulgur. *Journal of Food Engineering*, 71: 179-186.
- BEAUNE, S. A. de (2003). Origine du matériel de mouture: innovation et continuité du Paléolithique au Néolithique. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C. y KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. París: 17-30.
- BORNSTEIN-JOHANSEN, A. (1975). Sorghum and Millet in Yemen. En: ARNOTT, M. L. (ed.). *Gastronomy. The Anthropology of Food and Food Habits*. Mouton Publishers. La Haya: 287-295.
- BRUNETON, A. (1975). Bread in the Region of the Moroccan High Atlas: A chain of Daily Technical Operations in Order to Provide Daily Nourishment. En: ARNOTT, M. L. (ed.). *Gastronomy. The Anthropology of Food and Food Habits*. Mouton Publishers. La Haya: 275-285.
- CANE, S. (1989). Australian aboriginal seed grinding and its archaeological record: a case study from the Western Desert. En: HARRIS, D. R. y HILLMAN, G. C. (eds.). *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. Unwin Hyman. Londres: 99-119.
- CAPPARELLI, A. y LEMA, V. (2011). Recognition of post-harvest processing of algarrobo (*Prosopis* spp.) as food from two sites of Northwestern Argentina: an ethnobotanical and experimental approach for desiccated macroremains. *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 3 (1): 71-92.
- CAPPARELLI, A., VALAMOTI, S. M. y WOLLSTONECROFT, M. (eds.) (2011). After the Harvest: investigating the role of food processing in past human societies. *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 3 (1): 1-5.
- CLEMENTE, I., RISCH, R. y ZURRO, D. (2002). Complementariedad entre análisis de residuos y trazas de uso para determinación funcional de los instrumentos macrolíticos: su aplicación a un ejemplo etnográfico del país Dogón (Mali). En: CLEMENTE, I., RISCH, R. y GIBAJA, J. F. (eds.). *Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. BAR International Series 1073: 87-95.
- D'ANDREA, C. A. y HAILE, M. (2002). Traditional emmer processing in highland Ethiopia. *Journal of Ethnobiology*, 22: 179-217.
- DAVID, N. (1998). The ethnoarchaeology of grinding at Sukur, Adamawa state, Nigeria. *African Review*, 15: 13-63.
- DELGADO, S. (2008). Prácticas económicas y gestión social de recursos (macro)líticos en la Prehistoria Reciente (III-I milenios AC) del Mediterráneo Occidental. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- DUFFY, L. G. (2011). Maize and stone: a functional analysis of the manos and metates of Santa Rita Corozal, Belize. Master's Thesis. University of Central Florida. Orlando.
- EL ALAOUI, N. (2003). Meules et moulins du Sud marocaine. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C., KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. París: 51-59.
- EL ALAOUI, N. (2013). De la pierre non débitée à l'outil: la vie humaine des pierres dans l'extraction domestique des huiles végétales au Maroc. En: ANDERSON, P. C., CHEVAL, C. y DURAND, A. *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An Interdisciplinary focus on plant-working tools*. XXXIII^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA. Antibes: 251-265.
- ERTUG-YARAS, F. (1997). *An Ethnoarchaeological study of subsistence and plant gathering in central Anatolia*. Washington University.
- ERTUG-YARAS, F. (2002). Pounders and Grinders in a Modern Central Anatolian Village. En: PROCOPIOU, H. y TREUIL, R. *Moudre et Broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité*. I. Méthodes: 211-227.
- FERCHIOU, S. (1985). Conserves céréalières et rôle de la femme dans l'économie familiale en Tunisie. En: GAST, M. y SIGAUT, F. *Les techniques de conservation des grains à long terme*: 190-197.
- FULLAGAR, R., MEEHAN, B. y JONES, R. (1992). Residue analysis of ethnographic plant-working and other tools from Northern Australia. ANDERSON, P. C. (dir.). *Préhistoire de l'Agriculture. Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. Monographie du CRA, 6: 39-53.
- GARCIA GÓMEZ, E., PEREIRA SIESO, J. y RUIZ TABOADA, A. (2002). Aportaciones al uso de la bellota como recurso alimenticio por las comunidades campesinas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencia Forestal*, 14: 65-70.
- GAST, M. y ADRIAN, J. (1965). *Mils et sorgho en Ahaggar. Étude ethnologique et nutritionnelle*. Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques. París.
- GAST, M. (1968). *Alimentation des populations de l'Ahaggar. Étude ethnographique*. Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques, 8. París.
- GAST, M. (2003). Meules et mollettes sahariennes. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C., KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. París: 61-65.

- GELBERT, A. (2005). Evolutions du matériel de broyage dans la communauté Dii de Djabe (Nord-Cameroun) durant les deux derniers siècles (Études ethno-archéologiques et archéologiques). En: RAIMOND, C., LANGLOIS, O. y GARINE, E. (éds.). *Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad*. París: 319-347.
- GOBERT, E.-G. (2003). *Usages et Rites Alimentaires des Tunisiens*. Ed. MediaCom, reedición del original de 1940.
- HAMILTON, A. (1980). Dual Social Systems: Technology, Labour and Women's Secrets Rites in the Eastern Western Desert of Australia. *Oceania*, 51: 4-19.
- HAMON, C. y LE GALL, V. (2011). Les meules en pays Minyanka (Mali): étude des carrières et techniques de production actuelles. En: WILLIAMS, D. y PEACOCK, D. (ed.). *Bread for the People: The Archaeology of Mills and Milling*. Proceedings of a Colloquium Held in the British School at Rome. Archaeopress: 19-28.
- HAMON, C. y LE GALL, V. (2013a). Le végétal outil, le végétal transformé: fabrication et usages des mortiers en bois en pays Minyanka (Mali). En: ANDERSON, P. C., CHEVAL, C. y DURAND, A. *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An Interdisciplinary focus on plant-working tools*. XXXIII^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA. Antibes: 267-278.
- HAMON, C. y LE GALL, V. (2013b). Millet and sauce: The uses and functions of querns among the Minyanka (Mali). *Journal of Anthropological Archaeology*, 32: 109-121.
- HAYDEN, B. (1987a). *Lithic studies among the contemporary Highland Maya*. The University of Arizona Press. Tucson.
- HAYDEN, B. (1987b). Traditional metate manufacturing in Guatemala using chipped stone tools. En: HAYDEN, B. (ed.). *Lithic studies among the contemporary Highland Maya*. The University of Arizona Press. Tucson: 8-119.
- HAYDEN, B. (1987c). Past and Present Uses of Stone Tools in the Maya Highlands. En: HAYDEN, B. (ed.). *Lithic studies among the contemporary Highland Maya*. The University of Arizona Press. Tucson: 160-234.
- HILLMAN, G. (1981). Reconstructing Crop Husbandry Practices from Charred Remains of Crops. En: MERCER, R. *Farming Practice in British Prehistory*. Edinburgh University Press. Edinburgo: 123-162.
- HILLMAN, G. (1984). Traditional husbandry and processing of archaic cereals in recent times: the operations, products and equipment that might feature in sumerian texts. Part I: the glume wheats. *Bulletin on Sumerian Agriculture*, II: 114-152.
- HILLMAN, G. (1985). Traditional husbandry and processing of archaic cereals in recent times: the operations, products and equipment that might feature in sumerian texts. Part II: the free-threshing cereals. *Bulletin on Sumerian Agriculture*, II: 1-31.
- HORSFALL, G. A. (1987). Design Theory and grinding stones. En: HAYDEN, B. (ed.). *Lithic studies among the contemporary Highland Maya*. The University of Arizona Press. Tucson: 332-377.
- JACKSON, T. (1991). Pounding acorn: women's production as social and economic focus. En: GERO, J. M. y CONKEY, M. W. (eds.). *Engendering Archaeology: women and prehistory*. Blackwell. Oxford: 301-325.
- KATZ, S. H., HEDIGER, M. L. y VALLEROY, L. A. (1974). Traditional Maize Processing in the New World. *Science*, 184(4138): 765-773.
- KATZ, E. (2003). Le metate, meule dormante du Mexique. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C., KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. París: 32-50.
- LUNDSTRÖM-BAUDAIS, K., RACHOUD-SCHNEIDER, A.-M., BAUDAIS, D. y POISSONNIER, B. (2002). Le broyage dans la chaîne de transformation du millet (*Panicum miliaceum*): outils, gestes et écofacts. En: PROCOPIOU, H. y TREUIL, R. *Moudre et Broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité*. I. Méthodes: 181-209.
- LYONS, D. y D'ANDREA, A. C. (2003). Griddles, Ovens, and Agricultural Origins: An Ethnoarchaeological Study of Bread Baking in Highland Ethiopia. *American Anthropologist*, 105: 515-530.
- NESBITT, M. y SAMUEL, D. (1996). From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. En: PADULOSI, S., HAMMER, K. y HELLER, J. (ed.). *Hulled Wheat*. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, July 1995. Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy: 40-99.
- PARTON, H. (2011). The hand-mills of Olymbos: an ethnographical study of their form, function and role in a Greek vilage. En: WILLIAMS, D. y PEACOCK, D. (ed.). *Bread for the People: The Archaeology of Mills and Milling*. Proceedings of a Colloquium Held in the British School at Rome. Archaeopress: 29-42.
- PEACOCK, D. (2013). *The stone of life. Querns, mills and flour production in Europe up to c. AD 500*. Southampton Monographs in Archaeology. New Series, 1. The Highfield Press. Southampton.
- PEÑA-CHOCARRO, L., ZAPATA, L., GONZÁLEZ, J. E. e IBÁÑEZ, J. J. (2009). Einkorn (*Triticum monococcum* L.) cultivation in mountain communities of the western Rif (Morocco): An ethnoarchaeological project. En: FAIRBAIRN, A. y WEISS, E. (eds.). *Ethnobotanist of distant pasts: Archaeological and ethnobotanical studies in honour of Gordon Hillman*. Oxbow. Oxford: 103-111.
- PIPERNO, D. R., WIESS, E., HOLST, I. y NADE, D. (2004). Processing of Wild Cereal Grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis. *Nature*, 430: 670-673.

- PROCOPIOU, H. (2003). Les techniques de décorticage dans le monde égéen. Étude ethnoarchéologique dans les Cyclades. En: ANDERSON, P. C. CUMMINGS, L., SCHIPPERS, T. K. y SIMONEL, B. (eds). *Le traitement des récoltes. Un regard sur la diversité du Néolithique au présent. Actes des XXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes 2002*. Éditions ADAPCA. Antibes: 115-136.
- REIGNIEZ, P. (2003). Les étapes de la fabrication des meules de moulins d'après les matériaux de la Géorgie caucasienne. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C., KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. Paris: 67-85.
- ROUX, V. (1985). *Le Matériel de Broyage. Etude Ethno-archéologique à Tichitt (R. I. Mauritanie)*. Mémoire n. 58. Editions Recherche sur les Civilisations. Paris.
- ROWLANDS, M. y FULLER, D. Q. (2009). Moudre ou faire bouillir? Nourrir les corps et les esprits dans les traditions culinaires et sacrificielles en Asie de l'Ouest, de l'Est et du Sud. *Technique & Culture*, 52-53: 2-24.
- SAMUEL, D. (2000). Brewing and baking. En: NICHOLSON, P. T. y SHAW, I. (ed.). *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Cambridge University Press: 537-576.
- SAMUEL, D. (2010). Experimental Grinding and Ancient Egyptian Flour Production. En: IKRAM, S., DODSON, A. (eds). *Beyond the Horizon: Studies in Egyptian Art, Archaeology and History in Honour of Barry J. Kemp*. El Cairo: 456-477.
- SCHOUMACKER, A. (1993). Apports de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules. En: *Traces et fonction: les gestes retrouvés*. Colloque International de Liège: 165-176.
- SEARCY, M. T. (2011). *The Life-Giving Stone: Ethnoarchaeology of Maya Metates*. The University of Arizona Press. Tucson.
- SIEVERT, A. K. (1992). Root and tuber resources: experimental plant processing and resulting microwear on chipped stone tools. En: ANDERSON, P. (dir.). *Préhistoire de l'Agriculture. Nouvelles Approches expérimentales et ethnographiques*. Monographie du CRA, 6: 55-66.
- SIGAUT, F. (2010). Nomenclature et identification des produits. En: FRANCONIE, H., CHASTANET, M. y SIGAUT, F. (dir.). *Couscous, boulgour et polenta. Transformer et consommer les céréales dans le monde*. Éditions Karthala. Paris: 443-456.
- SMENDEL, I. (2003). De la fabrication, de la vente et de l'emploi du moulin à bras dans les régions reculées de la Slovénie. En: BARBOFF, M., SIGAUT, F., GRIFFIN-KREMER, C., KREMER, R. (éd.) (2003). *Meules à grains*. Actes du colloque international La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002. Éditions Ibis Press. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. Paris: 125-148.
- STAHL, A. (1989). Plant-food processing: implications for dietary quality. En: HARRIS, D. R. y HILLMAN, G. C. (eds.). *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. Unwin Hyman. Londres: 171-194.
- STONE, T. (1994). The impact of raw-material scarcity on ground-stone manufacture and use: an example from the Phoenix Basin Hohokam. *American Antiquity*, 59, 4: 680-694.
- TEKLU, G. (2012). *Ethnoarchaeological study of grind stones at Lakia'a in Adwa, Tigray regional State, Ethiopia*. PhD Thesis. Addis Ababa University, Ethiopia.
- VALAMOTI, S. M. (2002). Food remains from bronze age Archondiko and Mesimeriani Toumba in northern Greece? *Vegetation History and Archaeobotany*, 11: 17-22.
- VALAMOTI, S. M. (2011). Ground cereal food preparations from Greece: the prehistory and modern survival of traditional Mediterranean 'fast foods'. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 3 (1): 19-39.
- WOLLSTONECROFT, M. M. (2011). Investigating the role of food processing in human evolution: a niche construction approach. *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 3 (1): 141-150.