

Las semillas y los frutos arqueológicos: aportación a la reconstrucción paleoambiental

N. Alonso Martínez

Grup d'Investigació Prehistòrica, Dept. d'Història, Universitat de Lleida, Pça. Victor Siurana 1. 25003. Lleida

La contribución de los análisis de semillas y frutos a la reconstrucción paleoambiental es más reducida que la de otras disciplinas paleobotánicas, aunque su aportación es fundamental ya que permite identificar a nivel de especie numerosas plantas. No obstante, los problemas en su interpretación son múltiples, lo que hace muy compleja su interpretación paleoecológica. La principal dificultad deriva del hecho de que la mayor parte de los restos provienen de yacimientos arqueológicos, a los cuales han llegado como resultado directo o indirecto de una actividad antrópica. Los de plantas silvestres -mejores indicadoras del entorno de las zonas de hábitat- se conservan principalmente en condiciones anaeróbicas, siendo, pues, los yacimientos de medio húmedo los idóneos para el estudio paleoambiental.

The contribution of seeds and fruits analyses to the paleoecological reconstruction is minor of the one of the other paleobotanical studies. Of all ways its contribution is very important because it allows identify some plants since species level. Nevertheless, the problems in their interpretation are multiple and it makes its paleoecological interpretation very complex. The main difficulty derives from the fact that most of the remains comes from archaeological sites. They arrive there like direct or indirect result from an anthropic activity. Seed and fruits of wild plants are the best environmental indicators and they are conserved mainly in anaerobic conditions. Then, the archaeological sites situated in humid environments are the most suitable for paleoecological studies.

Los estudios paleoecológicos se basan fundamentalmente en materiales arqueobotánicos como el polen fósil o los carbones, siendo la contribución de los análisis de semillas y frutos mucho más reducida. Sin embargo, su aportación es altamente interesante ya que en algunos casos reflejan un tipo de plantas (sobre todo entre las herbáceas) que difícilmente puede ser detectado con el mismo grado de detalle por las otras disciplinas. La identificación taxonómica de los frutos o las semillas arqueológicos permite, en gran medida, llegar al nivel de especie, e incluso variedad o subespecie, en casos en que por ejemplo el análisis polínico sólo puede aportar el género o la familia. De todas maneras son múltiples los problemas de interpretación de este tipo de materiales arqueobotánicos, los cuales hacen muy compleja su interpretación paleoambiental.

Por un lado, si bien generalmente se recuperan y analizan los restos de semillas y frutos existentes en los sondeos paleoecológicos de secuencias sedimentarias geológicas (como en lagos o sedimentos fluviales) (*vid.* por ejemplo Bos *et al.*, 2005), la gran mayoría de restos antiguos de semillas y frutos provienen de yacimientos arqueológicos. Éstos son lugares de actividad humana, contextos culturales, y por tanto los materiales de todo tipo que allí se encuentran están en la esfera de la interacción entre las comunidades humanas y las plantas. Son un vestigio que nos informa principalmente de las estrategias de explotación de los recursos naturales que llevaban a cabo las poblaciones del pasado, como podía ser la recolección o la agricultura. De hecho, en la mayor parte de conjuntos arqueobotánicos los restos de semillas y frutos pertenecen principalmente a plantas cultivadas, recuperadas, en general, en mayor cantidad aunque no representen el mayor número de táxones, ya que frecuentemente el de plantas silvestres es superior. Las plantas cultivadas no pueden ser utilizadas en la reconstrucción paleoambiental ni para resolver cuestiones de tipo específicamente ecológico, siendo las plantas silvestres y las sinantrópicas las que proporcionan más evidencias (Behre-Jacomet, 1991).

Las posibilidades de que un fruto o semilla de planta silvestre procedente del entorno natural llegue a un asentamiento o hábitat humano son muy diversas. Por un lado puede ser debido a una acción intencionada, como la recolección para la alimentación, uso medicinal, ritual u otro. Pero también puede llegar por otras vías no deliberadas como formar parte de la leña recolectada para hogares u hornos, o de la madera y ramajes utilizados para la construcción; o llegar enganchada al pelaje de los animales domésticos; como heno; o incluso formar parte de excrementos utilizados como combustible

(habiendo sido consumidas anteriormente por los animales domésticos en el propio entorno) (Greig, 1985 y 1988) (**Fig. 1**).

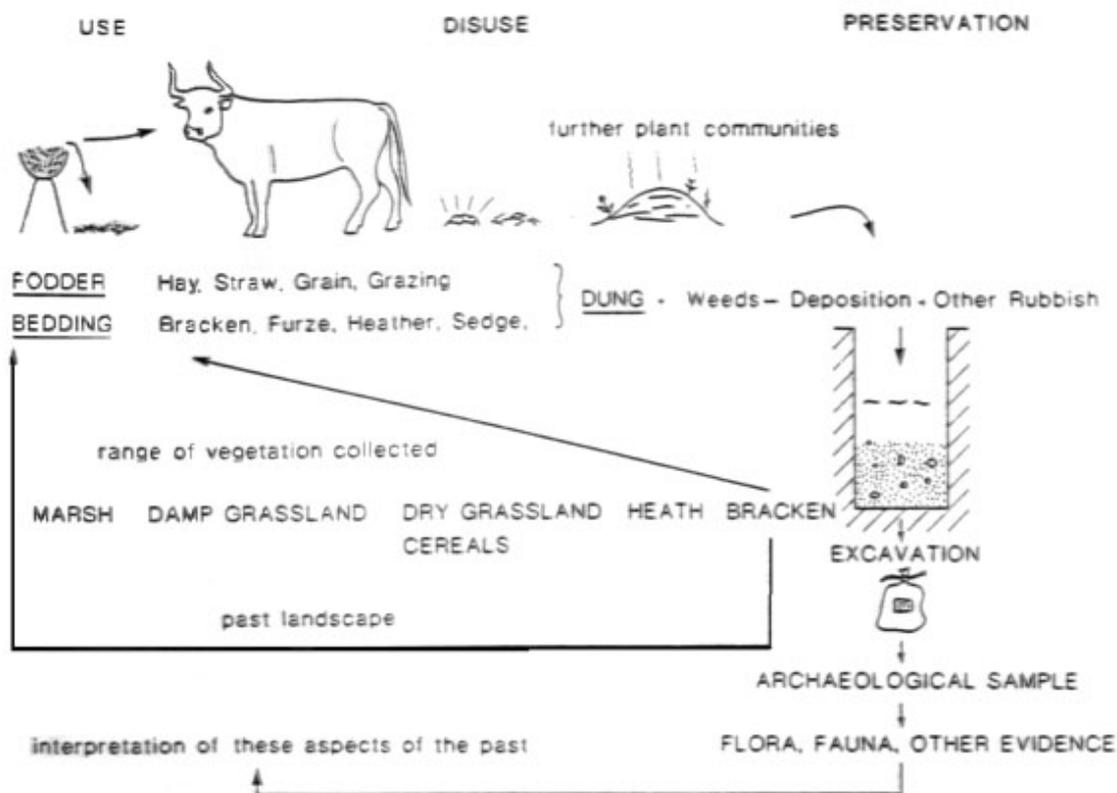


Figura 1. Evidencias de la preservación y reconstrucción de prados a partir de los materiales arqueobotánicos recuperados (a partir de Greig 1988, fig. 17).

Puede tratarse en muchos casos -y de hecho, son uno de los conjuntos más comunes-, de malas hierbas que superaron todos los estadios de limpieza de la cosecha y acompañaban el grano almacenado, o constituían uno de los subproductos de la cosecha y eran utilizados junto con la paja para preparar lechos de personas y animales o construir techos, o también como combustible o alimento para el averío... (Hillman, 1981). Por tanto, todas estas actividades conforman múltiples filtros que se interponen entre el entorno natural y el conjunto de semillas y plantas que llegan a un asentamiento humano, que miles de años después será excavado, muestreado y estudiado arqueológicamente. Además, y como veremos seguidamente, existen también otros entre este conjunto inicial, ya transformado, y los resultados de los análisis arqueobotánicos, que de hecho sólo corresponderán a imágenes deformadas de un mosaico de vegetación incompleto (Petrequin y Lündstrom-Baudais, 1985; Marinval, 1992).

La conservación y el filtro antrópico de los materiales arqueobotánicos: dos escollos para la interpretación paleoambiental de semillas y frutos

La conservación

Uno de los condicionantes más determinantes en la dificultad de interpretación de estos materiales arqueobotánicos es su estado de conservación. Los factores que intervienen son principalmente de dos tipos (Popper, 1989; Buxó, 1990, 1997; Marinval, 1999): por un lado, los de orden biológico y físico-químico, y por otro, los que cuentan con la intervención humana. Entre los primeros se debe tener en cuenta que para que se conserve cualquier fruto o semilla en un medio templado es necesaria su carbonización o mineralización. Sin éstas se pueden conservar solamente en medios húmedos (yacimientos en riberas de lagos, turberas), o en medios muy áridos (momificadas) o muy fríos (congeladas). Por otro lado es importante que la carbonización haya sido progresiva y que no haya habido contacto directo con las llamas. Bajo la acción de una subida de la temperatura demasiado brusca las semillas estallan, a causa de la liberación de gases, y si se abrasan quedan reducidas a cenizas. La carbonización, sea por la causa que sea, puede implicar una conservación selectiva, ya que un tipo de semillas se carbonizarán mientras que otras más frágiles se convertirán en cenizas (Zeist, 1987).

Otro factor importante es la naturaleza de los suelos: los suelos ácidos erosionan y desgastan los restos, mientras que los alcalinos los conservan mejor (Buxó, 1990). Finalmente la preservación diferencial también depende en gran medida de la

cantidad de semillas por fruto y de su tamaño. Por ejemplo las semillas pequeñas pueden conservarse en los coprolitos porque son consumidas junto con el fruto, siendo también más fácil que se conserven las de pericarpo leñoso (Dennell, 1978; Buxó, 1990).

Entre los factores en que interviene la acción antrópica voluntaria o involuntaria se encontrarían las semillas que se han quemado por accidente (incendio de un granero, un equipamiento, una habitación o un poblado), las que se han utilizado como combustible, con la leña, como virutas para encender el fuego (junto a otros restos subproductos de la cosecha) o excrementos (Hillman, 1981; Miller, 1985; Greig, 1988). Así mismo, algunos de los procesos agrícolas o de preparación de los vegetales para el consumo pueden ser causa de la carbonización. Para Dennell (1978) la preservación de los macrorrestos vegetales es ampliamente el resultado de actividades humanas específicas. Por ejemplo, para los cereales se presentan dos tipos de actividades: las que cambian el estado pero no la composición del cultivo (como la trilla o el secado de frutos), y las que alteran la composición del cultivo cuando es preparado para su consumo (como la criba en la que se limpia el grano de malas hierbas y otras impurezas). Por otro lado tres condiciones deliberadas pueden poner estas semillas en contacto con el fuego: la destrucción de impurezas después de la limpieza de los cereales; la torrefacción de los cereales vestidos para desprenderles las cubiertas; y el secado de semillas o espiguillas para garantizar una conservación óptima durante el almacenamiento.

Debido a los fenómenos anteriormente descritos podemos decir que, generalmente, las plantas cultivadas y las malas hierbas se conservan carbonizadas, mientras que las plantas silvestres más raramente llegan a sufrir este proceso. Sin embargo, como ya hemos comentado, para una buena reconstrucción paleoecológica, es necesario contar con una buena documentación sobre las plantas silvestres. Los conjuntos ideales para hacer una interpretación paleoambiental, provienen, pues, de contextos anaeróbicos. Por tanto, una interpretación de este tipo se podrá hacer, casi exclusivamente, a partir de medios húmedos que hayan permitido su conservación. Las contribuciones más importantes a la reconstrucción paleoambiental provienen, de este modo, de los conjuntos de plantas no carbonizadas.

El filtro antrópico y las asociaciones vegetales

En los yacimientos arqueológicos se recupera, pues, una selección de las plantas silvestres que se encontraban en el hábitat antiguo original, resultando muchos de los datos relativos al entorno del asentamiento sesgados o perdidos. Como ya hemos visto los contextos arqueológicos proporcionan un tipo de material botánico que está claramente influenciado por la actividad humana, que en muchos casos puede además haber mezclado diversos tipos de plantas. Por ejemplo, es corriente recuperar en una misma muestra restos de grano de cereal (con malas hierbas), y restos de plantas ruderales y de otras comunidades vegetales. Los postulados de la restitución paleoambiental reposan en el conocimiento de las asociaciones vegetales actuales, pero se ha de tener en cuenta la evolución de los medios naturales, altamente modificados por deforestaciones, vías de circulación, pisoteo, etc... H.Küster (1991) expone los problemas existentes para traducir los resultados arqueobotánicos en grupos fitosociológicos (algunos ya citados anteriormente), por ejemplo:

- las diferencias de conservación y de cantidad de semillas que pueden existir entre las diversas plantas;
- la dificultad de determinar algunos restos taxonómicamente a nivel de especie, siendo imposible su adscripción a un grupo concreto;
- o la imposibilidad de asegurar que todos los restos identificados arqueobotánicamente deriven realmente de unas plantas que crecieron juntas en un hábitat ecológico concreto.

Según este autor, salvo algunas excepciones, no es adecuado asignar una especie arqueobotánica a un grupo fitosociológico específico, ya que no se puede estar seguro de que la planta recuperada perteneciera realmente. No obstante, se considera correcto agruparlas en categorías que no se reflejen en términos fitosociológicos, como pueden ser 'malas hierbas', 'plantas ruderales', 'lugares húmedos', 'bosques'... (**Fig. 2**)

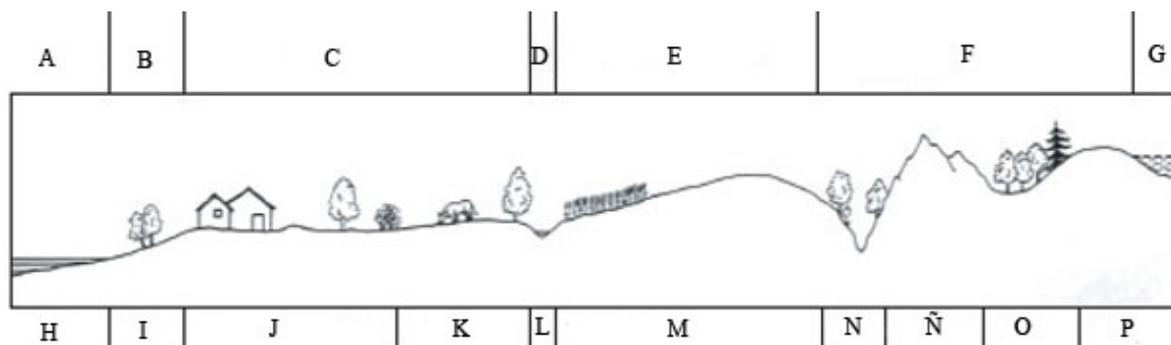


Figura 2. Ecograma que muestra los hábitats de las especies más frecuentes del entorno de los yacimientos arqueológicos (a partir de Schoch *et al.*, 1988). (A) plantas acuáticas, sumergidas y flotantes, (B, D, G) higrófilas, (C) nitrófilas, en especial ruderales, (E) plantas cultivadas y adventicias, (F) plantas silvestres que pueden ser recolectadas o llegadas al yacimiento por azar, (H) lago, marisma, (I) ribera, ripisilva, (J) lugar de habitación, senderos, huertos, zarzales, escombros, (K) prados, pastos, bosque de ribera, (L) arroyo, (M) campos de cereales, campos escardados, (N) barranco, (Ñ) biotopos rocosos secos/húmedos, (O) bosques, (P) lagos, pantanos.

Las plantas silvestres más frecuentes son las plantas arvenses o malas hierbas, que acompañan los restos de plantas cultivadas. Sin embargo, también hay cierta problemática en su interpretación, que puede verse influenciada por diversos factores:

- la estrecha vinculación que existe entre las malas hierbas de los campos y la vegetación ruderal que crece en caminos y lugares frecuentados por los humanos;
- en algunos casos la vegetación arvense está muy ligada a la vegetación natural de la zona. Por ejemplo, a partir de estudios comparados entre los registros arqueobotánicos del Próximo Oriente y de Europa, W. van Zeist (1987) asume que la mayoría de las malas hierbas europeas son originarias de la flora nativa, y que las potenciales se encontraban probablemente en vegetaciones de tipo abierto. Por ejemplo, en campos de cultivo ganados recientemente al bosque, la flora arvense podía continuar conteniendo especies propias del hábitat anterior durante un período de tiempo indefinido (Hillman, 1991).
- aspectos relacionados con las prácticas agrícolas influyen también en la composición de las muestras arqueobotánicas. Por ejemplo, la mezcla de restos de diversos campos de cultivo o el método de recolección de la cosecha (Zeist, 1987; Küster, 1991; Jones, 1992). Sin embargo, el estudio etnoarqueobotánico detallado de la relación entre las prácticas agrícolas y las plantas arvenses asociadas a éstas permiten aproximaciones cada vez más interesantes (ver, por ejemplo, Jones *et al.*, 2005).

Los yacimientos arqueológicos y su entorno

A pesar de todas las dificultades expuestas la evaluación ecológica del material arqueobotánico de semillas y frutos se ha ido incrementado en Europa a partir del último cuarto del siglo XX, sobretudo debido a tres factores (Behre-Jacomét, 1991): se han ampliado los estudios que en muchos casos se realizaban solamente para las plantas cultivadas; se ha avanzado metodológicamente, con una mayor recuperación de los restos silvestres (generalmente de menor tamaño); y se han incrementado considerablemente los estudios arqueobotánicos.

Los yacimientos que han permitido una mayor interpretación paleoambiental han sido los situados en medios húmedos que han proporcionado una conservación excepcional de todo tipo de restos vegetales. Paradigmáticos son los estudios de los poblados lacustres de la región francesa del Jura y de Suiza, donde además se realizaron los primeros análisis arqueobotánicos de Europa a mediados de siglo XIX (Heer 1865). El estudio arqueobotánico del asentamiento neolítico de Clairvaux, Station III (Lundström-Baudais, 1985), por ejemplo, muestra significativamente como de las 102 especies silvestres identificadas solamente 23 se conservaban carbonizadas. La pérdida de información en los medios secos, es por tanto inmensa.

La gran cantidad de restos y de taxones identificados en estos yacimientos, que puede sobrepasar largamente el centenar, permite establecer grupos vegetales y hábitats muy variados: plantas hidrófilas, cañaverales, pantanos, lodazales, prados diversos, bosques de ribera, zarzales, bosques, bordes de bosques, ambientes ruderales húmedos y secos, campos de cereales, etc... Por ejemplo en el yacimiento suizo del Bronce Final de Hauterive-Champréveyres más de 220 especies vegetales identificadas a partir de los restos de semillas y frutos, colonizadoras de medios diversos, permiten componer una imagen bien real del entorno del poblado, como en un mosaico (Jacquat, 1988 y 1989). En otros yacimientos la aportación de las semillas no carbonizadas no es tan importante pero la conservación de una parte del material arqueobotánico en sedimentos húmedos permite añadir a los datos proporcionados por los restos carbonizados un panorama paleoambiental mucho más rico, como por ejemplo en Lattes Port Ariane (Hérault, Francia) (Alonso *et al.*, en prensa) (**Fig. 3**). Los restos fósiles recuperados en sus diversas fases prehistóricas y protohistóricas han permitido conocer con mayor precisión la composición de las comunidades vegetales sinantrópicas, de los bordes de bosque, los bosques y de los lugares húmedos, aunque los taxones conservados de esta manera no llegan a la treintena.

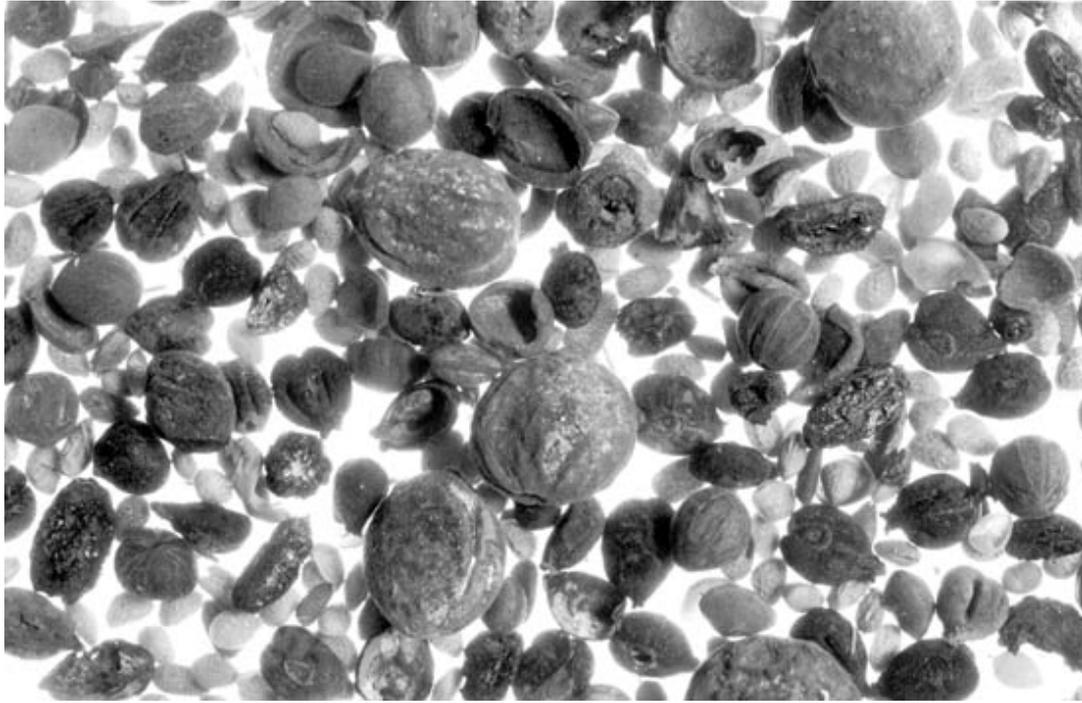


Figura 3. Material arqueobotánico del yacimiento arqueológico de Lattes Port Ariane (Alonso *et al.* en prensa)

En algunos casos, sin embargo, circunstancias tafonómicas especiales permiten aportar datos importantes para la reconstrucción paleoambiental, como sería el caso de los restos procedentes de una casa incendiada del siglo IV a.C. del yacimiento francés de Lattes Saint Saveur, entre los que destacan los que fueron utilizados para la construcción del techo (Buxó *et al.*, 1996). A partir de una cincuentena de taxones carbonizados de plantas silvestres se detecta una gran diversidad, con una amplitud ecológica amplia: plantas cultivadas, malas hierbas de cultivos de cereales, de suelos escardados, plantas ruderales y de zonas de escombros, de bosques y bordes de bosques, de prados y pastos, así como de zonas pantanosas, húmedas y de bordes de marismas.

De todas maneras, en la mayoría de asentamientos en medio seco el número de especies silvestres identificadas se encuentra entre 20 y 30, siendo casi siempre las plantas sinantrópicas las mejor representadas. A pesar de todas las dificultades expresadas, incluso en estos casos consideramos interesante tener en cuenta las comunidades vegetales que potencialmente pueden estar representadas por los restos de semillas y frutos (**Fig. 4**). La combinación de los diversos estudios arqueobotánicos de un yacimiento arqueológico permitirá así una aproximación a la reconstrucción paleoambiental del entorno del hábitat humano (**Fig. 5**).

	Conreus secà	Conreus humits	Erms	Llocs ruderals	Llocs humits	Basses, vores d'aigua	Prats, herbes	Pastures seques	Brolles, timonedes	Matolls, boscos
<i>Aizoon hispanicum</i>			•							
<i>Ajuga</i> sp.	•		•						•	
<i>Asperula arvensis</i>	•									
<i>Astragalus</i> sp.	•			•						
<i>Bromus</i> sp.	•			•						
<i>Chenopodium album</i>				•						
<i>Chenopodium</i> cf. <i>hybridum</i>		•			•					
cf. <i>Cistus</i> sp.									•	
<i>Echinochloa crus-galli</i>		•								
<i>Eleocharis palustris</i>						•				
<i>Galium aparine</i>	•			•						
<i>Glaucium corniculatum</i>	•			•						
<i>Lithospermum</i> tipus <i>tenuiflorum</i>	•						•			
<i>Lolium temulentum</i>	•									
<i>Lolium perenne/rigidum</i>	•			•						
<i>Malva</i> sp.	•		•	•						
<i>Medicago</i> sp.	•		•				•			
<i>Melilotus</i> sp.			•				•			
<i>Phalaris</i> sp.		•	•		•					
<i>Pistacia lentiscus</i>										•
<i>Plantago</i> cf. <i>lanceolata</i>	•						•			
<i>Polygonum aviculare</i>	•			•						
<i>Quercus</i> sp.										•
<i>Reseda lutea</i>				•						
<i>Reseda</i> cf. <i>phyteuma</i>	•		•							
<i>Rumex</i> sp.	•			•				•		
<i>Scirpus</i> sp.						•				
<i>Setaria viridis/verticillata</i>		•								
<i>Sherardia arvensis</i>	•		•	•						
<i>Trigonella</i> sp.	•		•							
<i>Trinia glauca</i>								•		
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>silvestris</i>										•

Figura 4. Ejemplo de tabla de comunidades vegetales representadas por las plantas silvestres carbonizadas del yacimiento arqueológico de El Vilot de Montagut (Alonso et al. 2002). Conreus secà: cultivos secano, conreus humit: cultivos irrigados, Erm: yermo, Lloc ruderal: zona ruderal, Lloc humit: zona húmeda, Basses, vores d'aigua: balsas y márgenes de zonas inundadas, Prats, herbes: prados y hierbas, Pastures seques: pastos de secano, Brolles, timonedes: matorrales bajos y tomillares, Matolls, boscos: maquia y bosque.



Figura 5. Reconstrucción ideal del entorno del yacimiento de El Vilot de Montagut durante el Bronce Final, realizada a partir de los datos proporcionados por los análisis de polen, carbones y semillas y frutos (Alonso et al. 2002).

En este sentido, y para finalizar, queremos remarcar la importancia de utilizar todo tipo de datos paleobotánicos y arqueobotánicos, en aproximaciones con indicadores múltiples ('multiproxy'), tanto en conjuntos procedentes de sedimentaciones arqueológicas como geológicas.

Referencias

- Alonso, N., Gené, M., Junyent, L., Lafuente, A., López, J.B., Moya, A., Tartera, E. 2002. Recuperant el passat a la línia del Tren d'Alta Velocitat. L'assentament protohistòric, medieval i d'època moderna de El Vilot de Montagut (Alcarràs, Lleida), GIF, Dept. de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Lleida 2002.
- Alonso, N., Buxó, R. y Rovira, N. (en prensa). Recherches sur l'alimentation végétale et l'agriculture au site de Lattes Port-Ariane, I.Daveau (dir.), Occupation et utilisation d'une zone humide lors des six derniers millénaires à Lattes (Hérault), serie *Lattara*, en prensa
- Behre, K.-E. y Jacomet, S. 1991. The ecological interpretation of archaeobotanical data. En Van Zeist, W., Wasylikowa, K. y Behre, K.-E. (eds.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany*. Balkema Ed., Rotterdam, pp. 81-108.
- Bos, J.A.A., van Geel, B., Groenewoudt, B.J. y Lauwerier, R.C.G.M. 2005. Early Holocene environmental change, the presence and disappearance of early Mesolithic habitation near Zutphen (The Netherlands), *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 27-43.
- Buxó, R. 1990. *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (es especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*, Cahier Noir, 5, Girona.
- Buxó, R. 1997. *Arqueología de las plantas*, Ed. Crítica. Barcelona.
- Buxó, R., Chabal, L. y Roux, J.-Cl. 1996. Toiture et restes carbonisés d'une maison incendiée dans l'habitat de Lattes au IV s.av.n.è, *Lattara* 9: 373-398.
- Dennell, R.W. 1978. *Early farming in South Bulgaria from the VI to the III Millenia B.C.*, B.A.R. n° 45, Oxford.
- Greig, J. 1985. The palaeoecological of some British hay meadow types. En Van Zeist, W. y Casparie, W.A. (eds.), *Plants and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany*. Balkema E., Rotterdam, pp. 213-226.

- Greig, J. 1988. Some evidence of the development of grassland plant communities, Jones, M. (ed.), *Archaeology and the Flora of the British Isles. Human influence on the evolution of plant communities*, Oxford Univ. Committee for Archaeology, Monograph 14, pp. 39-54.
- Heer, O. 1865. Die Pflanzen der Pfahlbauten, *Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1866* 68: 1-54.
- Hillman, G. 1981. Reconstructing Crop Husbandry Practices from Charred Remains of Crops. En Mercer, R. (ed.), *Farming Practice in British Prehistory*. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh. Pp. 123-162.
- Hillman, G. 1991. Phytosociology and Ancient Weed Floras: Taking Account of Taphonomy and Changes in Cultivation Methods. En Harris, D.R. y Thomas, K.D. (eds.), *Modelling Ecological Change*, Inst. of Arqueology, London, pp. 27-41.
- Jacquat, Ch. 1988. *Hauterive-Champréveyres, 1. Les plantes de l'Age du Bronze: catalogue de fruits et graines*. Archéologie Neuchâteloise, 7, Saint-Blaise.
- Jacquat, Ch. 1989. *Hauterive-Champréveyres, 2. Les plantes de l'Age du Bronze: contribution à l'histoire de l'environnement et de l'alimentation*. Archéologie Neuchâteloise, 8, Saint-Blaise.
- Jones, G. 1992. Weed phytosociology and crop husbandry: identifying a contrast between ancient and modern practice. *Review of Palaeobotany and Palynology* 73: 133-143.
- Jones, G., Charles, M., Bogaard, A., Hodgson, J.G. y Palmer, C. 2005. The functional ecology of present-day arable weed floras and its applicability for the identification of past crop husbandry, *Vegetation History and Archaeobotany*, [online](#)
- Küster, H. 1991. Phytosociology and Archaeobotany. En Harris, D.R. y Thomas, K.D. (eds.), *Modelling Ecological Change*, Inst. of Arqueology, London, pp. 17-25.
- Lündstrom-Baudais, 1985. 'Palaeo-ethnobotanical investigation of plant remains from a Neolithic lakeshore site in France: Clairvaux, Station III', van Zeist, W. y Casparie, W.A. (eds.), *Plants and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany*, Balkema E., Rotterdam.
- Marinval, Ph. 1999. Les graines et les fruits: la carpologie, *La botanique*, Coll. Archéologiques, pp. 105-137.
- Miller, N. 1985. The interpretation of some carbonized cereal remains as remnants of dung cake fuel. *Bulletin on Sumerian Agriculture* 2: 45-47.
- Petrequin, P. y Lündstrom-Baudais, K. 1985. L'approche paleo-ethnobotanique des habitats de milieu humide. *Nouvelles de l'Archéologie* 19: 13-22.
- Popper, D.M. 1989. *Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures*, Academic Press Inc., San Diego, California.
- Ruas, M.P. y Marinval, Ph. 1992. Alimentation végétale et agriculture d'après les semences archéologiques (de 9000 av. J.-C. au XV siècle). En J.Guilaine (dir.), *Pour une Archéologie Agraire*, Armand Colin, Paris, pp. 409-439.
- Schoch, W.H., Pawlik, B. y Schweingruber, F.H. 1988. *Botanische Makrorestes*, Haupt. Bern.
- van Zeist, W. 1987. Some reflections of Prehistoric fields weeds. En Coetzee, J.A. (ed.), *Palaeoecology of Africa and the surrounding Islands*, pp. 405-427.