

LA ARQUEOBOTÁNICA: FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS.

M^a Oliva Rodríguez-Ariza
Centro Andaluz de Arqueología Ibérica

I. LAS DISCIPLINAS ARQUEOBOTÁNICAS

Hasta hace pocos años, el estudio de un yacimiento o yacimientos arqueológicos se reducía al estudio de los distintos materiales recuperados en el proceso de la excavación (cerámica, metal, piedra, etc.), mientras que los restos de plantas, fauna y sedimentos, entre otros, eran ignorados. Se estudiaban los yacimientos en función de estos materiales, de manera que expresiones como el: *Yacimiento campaniforme de...* expresaban el carácter del estudio realizado. Actualmente se considera importante insertar a los distintos yacimientos arqueológicos en su contexto paisajístico, observando los procesos geomorfológicos y biológicos que se produjeron en y en torno a ellos. El medio ambiente es una variable que cambia a lo largo del tiempo y del espacio. Y, aunque esta afirmación parece obvia, no ha sido tomada en cuenta en el análisis de las sociedades prehistóricas hasta fechas muy recientes. Así, no sólo se trasladan las condiciones medioambientales actuales al pasado, sino que los parámetros bioclimáticos, edafológicos, etc. de un yacimiento se generalizan a una región, y se realizan hipótesis del desarrollo histórico teniendo al medio ambiente como algo que es constante u homogéneo en el espacio y en el tiempo.

El conocimiento del medioambiente en el que se desarrollaron las distintas sociedades humanas en el pasado es abordado desde múltiples disciplinas científicas y naturalistas. Todas estas disciplinas tienen varias escalas de estudio que van desde la planetaria, en la que se intenta establecer una serie climática mundial (fases glaciares, interglaciares, etc.), a la que estudia el microentorno del yacimiento. Igualmente, la mayoría de estas disciplinas proporcionan información no sólo de orden paleoecológico, sino también paleoeconómico al informarnos como las sociedades humanas utilizaron los recursos que tenían a su alcance o como los transformaron o introdujeron otros nuevos.

Dejando de lado los estudios del medio a escala global (sedimentos de fondos marinos, estudios isotópicos de oxígeno-18 y 16, de líneas de costa, etc.) y media con disciplinas como la geomorfología (que estudia las formas y el desarrollo del paisaje), nosotros nos centraremos en disciplinas que parten del análisis de restos recuperados en los yacimientos, por lo cual nos aportaran información, principalmente, del entorno del yacimiento, aunque en la mayoría de las ocasiones esta información es extrapolable a una comarca.

Los restos botánicos, tradicionalmente, se dividen en:

- Microbotánicos: polen y esporas, cutículas, fitolitos, diatomeas.

Tipo de restos		Técnica	Información	Método de extracción	Técnica de identificación	Cantidad a recoger
Microrrestos	Polen	<i>Palinología</i>	Vegetación, uso del suelo	Columna o muestreo específico	Microscopio óptico y Electrónico	5 dl.
	Fitolitos		Vegetación, uso del suelo	Columna o muestreo específico	Microscopio óptico y Electrónico	5 dl.
	Diatomeas		Salinidad y nivel de polución del agua	Muestreo específico	Microscopio óptico y Electrónico	10 dl.
Macrorrestos	Hojas, musgos		Vegetación, materiales de construcción	Criba o flotación	Lupa binocular	10-20 l
	Semillas, frutos, tejidos parenquimáticos	<i>Carpología</i>	Vegetación, dieta, tratamiento del grano, comportamiento humano	Criba o flotación	Lupa binocular	75 l
	Carbón y madera	<i>Antracología</i>	Vegetación, materiales de construcción, tecnología, combustibles	Criba o flotación	Microscopio óptico y Electrónico	Todo
	Plantas manufacturadas (esparto, lino, etc.)		Nivel tecnológico agrícola y artesanal	Excavación manual	Lupa binocular y Microscopio Electrónico	Todo

Principales tipos de restos vegetales y ciencias que los estudian

Aquí tratamos sobre los macrorrestos vegetales, pues son residuos producto de la actividad humana, que nos informan de las estrategias socioeconómicas de la sociedad que las produjo, además de darnos una información paleoecológica. Dejamos fuera importantes ciencias como la palinología o el estudio de fitolitos que dirigen su mayor interés al conocimiento paleoecológico, a parte de tener un desarrollo de investigación, en la mayoría de los casos, independiente de la Arqueología.

II. HISTORIA Y SITUACIÓN DE LA ARQUEOBOTÁNICA

La identificación de restos botánicos en contextos arqueológicos data de mediados del siglo XIX. En el Sureste de la Península Ibérica las primeras referencias sobre restos vegetales son de la Cueva de los Murciélagos de Albuñol, Granada, (Góngora, 1868). Estos consisten en diversos materiales de esparto, entre los que destacan las cestas y las sandalias, tejidos, semillas de amapola (*Papaver somniferum*) y varios objetos de madera de roble. Posteriormente, los hermanos Siret en sus excavaciones de yacimientos de las Edades del Cobre y Bronce (Cultura del Argar) ponen al descubierto gran cantidad de semillas, fibras vegetales (como esparto y lino) y restos de madera y carbón (Siret y Siret, 1890).

La historia de la arqueobotánica en la Península Ibérica comienza en la década de los ochenta del siglo pasado con la salida de una serie de investigador@s al extranjero para su formación. La realización de trabajos académicos como tesis por parte Elena Grau, Ernestina Badal, Oliva Rodríguez-Ariza, Isabel Figueiral, Paloma Uzquiano y Ramón Buxó entre 1990-93 sirvieron para dar a conocer la potencialidad de la arqueobotánica e introducir en la Península estas disciplinas. A partir de este momento las dificultades para hacer avanzar y potenciar la disciplinas han sido importantes sobre todo para afianzarse profesionalmente y poder organizar laboratorios. En este primer momento, la publicación del libro de R. Buxó *Arqueología de las plantas* en 1997 supuso la visualización de la disciplina para un público mayor que el meramente académico.

El trabajo y tesón de ésta primera generación ha dado sus frutos con la formación nuevos investigadores y la consolidación de varios laboratorios insertos en las instituciones de investigación, que hacen que el desarrollo de la disciplina sea evidente.

Sin ánimo de hacer una relación detallada de todos los Laboratorios que existen en la Península Ibérica hacemos una relación de los organismos que cuentan con Laboratorios como tales o que cuentan con especialistas en carpología o antracología: Laboratorio de Paleoambiente del Centro Andaluz de Arqueología Ibérica-Universidad de Jaén, Universidad de Murcia, Universidad de Extremadura, Universidad de Valencia, Laboratorio de Arqueobiología del Instituto de Historia del CSIC con sede en Madrid o del Instituto Catalán de Paleoeología Humana y Evolución social de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, Universidad de Lleida, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad del País Vasco...

Si se parte de cero cualquier avance es mucho, pero la disciplina le siguen acuciando una serie de problemas que hacen que no termine de desarrollarse. Señalamos algunos de ellos:

- La recogida de muestras arqueobotánicas aún se deja a la voluntad del director/a de la excavación, sin que exista una normativa que exija la recogida de éstas, ni su entrega a la administración, como si se exige para los restos cerámicos, líticos, etc. Esto hace que cada año se esté perdiendo una información valiosísima, imposible de recuperar.

- La formación de especialistas es lenta y difícil, pues exige al áquel que se enfrenta con la disciplina el tener que afrontar conocimientos botánicos que no ha recibido durante sus estudios de grado, lo cual hace desistir a muchos estudiantes.

- Los resultados de la investigación arqueobotánica siguen estando, en muchos casos, en los apéndices de las monografías de los distintos yacimientos arqueológicos, como algo que hay que tener, pero sin imbricar y hacerlos participar en las explicaciones de los procesos históricos que dan lugar a ellos.

- Dispersión de las publicaciones y falta de síntesis regionales. En los veinte últimos años se han generado una ingente cantidad de datos arqueobotánicos que, en muchas ocasiones, se encuentran muy dispersos publicados en actas de congresos, monografías, revistas generales o especializadas de escasa difusión, o de difícil acceso, estando sin publicar en informes científicos o técnicos de las diversas excavaciones. Esto hace que en muchas regiones no se haya realizado una síntesis de resultados por períodos que vayan documentando las coincidencias o divergencias de los distintos registros.

Estas dificultades que son comunes a toda la Península en mayor o menor medida, en Andalucía se ven agravadas por la falta de especialistas en las distintas disciplinas. Salvo el Laboratorio de Paleoambiente del Centro Andaluz de Arqueología Ibérica – Universidad de Jaén, que desarrolla su investigación en los campos de la antracología y carpología, no existen en la región especialistas que den respuesta a la demanda de estos estudios, es por ello que investigadores dependientes de instituciones nacionales o de otras comunidades estén realizando trabajos con diversos equipos de investigación andaluces.

III. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA ARQUEOBOTÁNICA

El camino que ha seguido una planta desde su hábitat pasado hasta la actualidad, en que, los restos de estas, son interpretados en términos paleoecológicos y paleoetnobotánicos, es largo y está jalonado de etapas que modifican la correlación simple entre flora determinada y vegetación pasada. Todo espectro arqueobotánico es una información muy resumida de la vegetación de origen. El no nos habla directamente sobre la masa total de la vegetación, el área de aprovisionamiento, el grado de degradación y la estructura de la vegetación, aunque podamos inferir estos datos con la ayuda de la paleobotánica y técnicas estadísticas. En la figura 1 se representa esquemáticamente este proceso de transformación de información en arqueobotánica, en el que se pasa de la vegetación pasada a la interpretación paleoecológica y paleoetnobotánica, y que básicamente se puede resumir en cuatro grandes etapas:

1. Etapa de utilización de la vegetación, ligada a las prácticas humanas de recogida de la vegetación en el medioambiente entorno al sitio y su utilización en el espacio doméstico.

2. Etapa de deformación del espectro arqueobotánico donde intervienen factores de diversa índole: químicos, donde existe una reducción de masa a través de la carbonización, y físicos y medioambientales, donde los restos vegetales depositados en los sedimentos arqueológicos están sujetos a procesos postdeposicionales que distorsionan y/o filtran la información.

3. Etapa de recuperación del material arqueobotánico, ligada a la recuperación global del registro arqueológico, aunque para la recuperación de los macrorrestos, en algunas ocasiones, por su naturaleza, sea necesario la utilización de técnicas específicas como la de flotación.

4. Etapa de estudio o método de trabajo en Arqueobotánica, en que una vez obtenida la muestra arqueobotánica del yacimiento esta es analizada, medida y contada, obteniendo la muestra arqueobotánica sobre la que se realiza la interpretación. Esta fase es la que caracteriza a diversas disciplinas como son la antracología y la carpología, confiriéndoles una personalidad propia dentro de las ciencias paleobotánicas.

Cada una de las etapas de este proceso es relevante y significativa y condicionará a la siguiente. Aunque a nivel metodológico la arqueobotánica viene investigando y desarrollando su corpus metodológico sobre todas las etapas, en este epígrafe exponemos más extensamente los aspectos relacionados con la tercer y cuarta etapa, es decir, cómo recuperamos los carbones y maderas de los sedimentos arqueológicos y como los estudiamos.

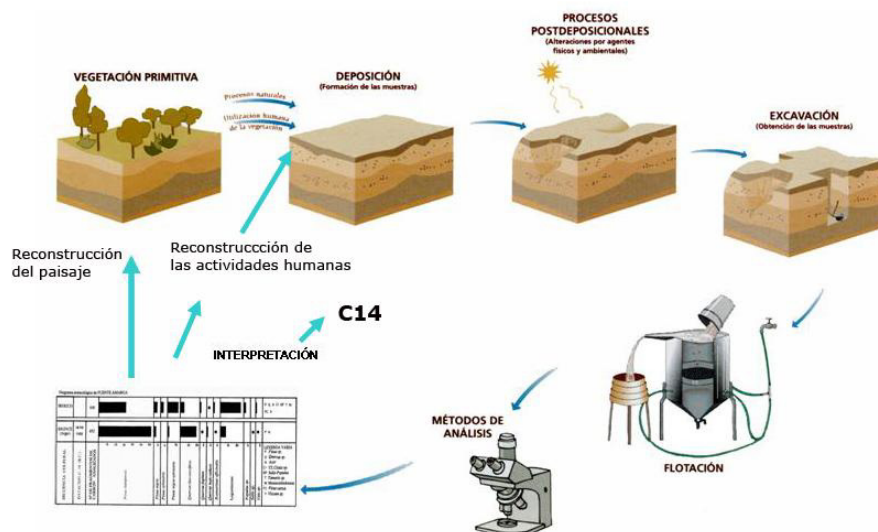


Figura 1: Esquema de la formación, transformación y estudio de los restos arqueobotánicos.

III.1. Etapa de recuperación del material arqueobotánico.

La etapa de recuperación del material del arqueobotánico es una de las que últimamente está recibiendo mayor atención (Buxó y Piqué, 2003) por el desconocimiento de los métodos y técnicas a emplear por parte de los arqueólogos y, en otros, por las dificultades económicas, de espacio o tiempo que muchas excavaciones tienen. El conocer éstas y sus posibilidades de uso, en cada caso, nos ayudará a realizar una recogida de muestras y, por tanto, poder recuperar una valiosa información arqueobotánica que, en muchos casos, se pierde de manera irremediable.

III.1.1. Métodos de recuperación de las muestras arqueobotánicas.

La recogida de muestras arqueobotánicas se puede realizar de diversas formas (Fig. 2):

Directa o manual: cuando se recogen los carbones, semillas, etc. sin tener que procesarlos posteriormente.

Indirecta: cuando junto con los restos arqueobotánicos se recoge el sedimento en el que están inmersos, por lo que tendrán que ser posteriormente tratados. La recogida de muestras se puede hacer de una manera puntual, total o con la realización de un muestreo.

- **Muestra puntual:** estructuras o depósitos concretos, como son los agujeros de poste, hogares, silos, etc., ofreciendo cada uno de ellos una problemática distinta para su recuperación. En general, en estas áreas se deberá efectuar una recogida puntual de todo el sedimento, para su posterior clasificación en el laboratorio.

- **Totalidad del sedimento:** se recoge la totalidad del sedimento de un nivel o estrato arqueológico, como

pueden ser los niveles de habitación.

Métodos de recuperación de muestras antracológicas

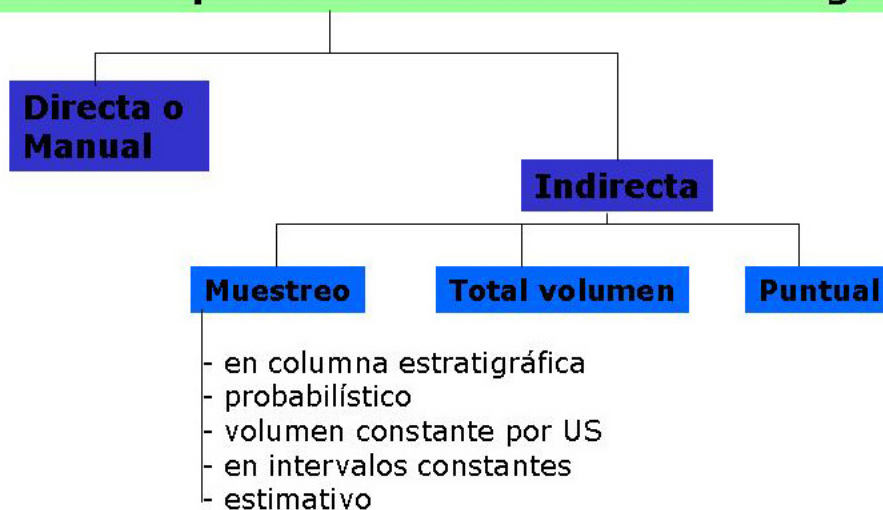


Figura 2: La recogida de las muestras arqueobotánicas.

- Muestreo: es necesario la implementación de estrategias de muestreo que nos permitan tener una muestra significativa de todas las unidades estratigráficas del yacimiento estudiado, pero siempre teniendo presente que el muestreo ha de tener en cuenta las peculiaridades de los yacimientos, el tipo de sociedad que ocupó esos espacios, la cronología, etc. Se han propuesto muestreo específicos para contextos diferentes como son las cuevas o abrigos, yacimientos al aire libre, yacimientos urbanos, en medios húmedos y en dólmenes (Buxó y Piqué, 2003).

Aunque en líneas generales el muestreo se puede realizar utilizando varios sistemas (Buxó, 1997: 30-32):

- Muestreo en columna estratigráfica: se utiliza sobre una secuencia estratigráfica o en conjuntos arqueológicos definidos, como pueden ser un depósito de desechos, una fosa, etc. Es el método más utilizado por la palinología.

- Muestreo probabilístico: parte del supuesto de que cada muestra refleja correctamente la población de restos orgánicos, por cuanto el efectivo total puede ser calculado estadísticamente. Por ejemplo se recoge el 10 o 20% del total del sedimento de cada Unidad Sedimentaria.

- Muestra de volumen constante por Unidad Sedimentaria: no tiene en cuenta el volumen total, ni la naturaleza o riqueza en restos. Se recogen 50 - 100 l. sistemáticamente.

- Muestra en intervalos: la muestra se recoge en intervalos de volumen de sedimento excavado, p.ej., el muestreo de diez litros de cada cien excavados.

- Muestra estimativa: se recoge un volumen constante de todas las Unidades Sedimentarias para estimar o calibrar la riqueza de información.

La elección de uno u otro método estará en función de las características físicas de la excavación, del tipo de

excavación y las posibilidades técnicas y económicas de la excavación. También podremos realizar una combinación de métodos. Siempre es mejor realizar algún tipo de muestreo a no realizarlo.

III.1.2. Técnicas de recuperación.

Las técnicas de recuperación de los macrorrestos dependerán principalmente de las posibilidades técnicas (existencia o no de agua en la excavación) y económicas (disponibilidad de personal) de cada excavación. Algunos investigadores han verificado la fiabilidad de diversas técnicas adaptadas a cada yacimiento (Marinval, 1988; Buxó, 1990, 1997; Rodríguez-Ariza, 1992; Alonso, 1999; Piqué, 1999), cuyos resultados nos definen las técnicas más apropiadas para separar los restos vegetales del sedimento arqueológico.



Figura 3: Técnicas de recuperación de las muestras arqueobotánicas de los sedimentos.

Flotación con máquina: existen numerosas máquinas de flotación, diseñadas según las necesidades a las que hay que hacer frente. La máquina consta de una cuba de un volumen determinado según las necesidades (30, 50 o 200 l.). Dispone de varias entradas de agua en la base, con lo cual se crea una turbulencia de agua, que mueve los sedimentos cuando estos son depositados en su interior, facilitando que los materiales menos densos se desprendan de los sedimentos y floten en la superficie. La salida del agua se realiza a través de un pitonero, en la parte superior, que conduce el agua con los materiales flotantes a una columna de tamices con mallas de 2, 0.5 y 0.2 mm. de abertura. Una criba interior a media altura, de 5 mm. de abertura de malla, recupera algunos de los materiales que no flotan.

Si no se dispone de una máquina de flotación o no se cuenta con un caudal abundante de agua se puede realizar una *flotación manual*. Este sistema consiste en verter el sedimento en medio cubo, el cual será completado con agua. El sedimento se mueve y se deja que repose un momento para que las fracciones pesadas se depositen en el fondo y los materiales ligeros (carbón, semillas, etc.) se vayan a la superficie. Seguidamente el agua se vierte sobre tamices con una abertura de malla lo suficientemente pequeña para que recupere los ecofactos.

Columna de tamices: los tamices se disponen en orden de mayor abertura a menor sobre los que se vierte el sedimento que es separado por el chorro de una manguera de agua. La abertura de las mallas puede ir desde 5 mm.,

la mayor a 2 mm., 1 mm. y 0,5 mm. o 2 mm. la menor, aunque las finas podrán abandonarse si no hay resultados significativos.

III.2. La determinación de los restos.

La identificación taxonómica de las **semillas y los frutos** se realiza mediante la observación a través de la lupa binocular, teniendo en cuenta los siguientes factores:

Por un lado, la *morfología externa*: la identificación taxonómica se realiza mediante la anatomía comparada, es decir mediante la comparación de las semillas y los frutos arqueológicos con las semillas y los frutos actuales. Para ello, es necesario que el investigador tenga a su disposición una colección de referencia actual. Además, como complemento a esta colección de referencia, son imprescindibles los atlas de determinación o trabajos especializados (Alonso, 1999; Buxó, 1997; Jacquat, 1988; Rivera y Obón, 1991; Rovira, 2007 y Zahory y Hopf, 2000).

Por otro lado, los *caracteres biométricos* de la semilla: donde se le van a tomar a los individuos arqueológicos tres valores métricos: largo (l), ancho (a), y grosor (g). Estos valores nos van a permitir realizar una serie de análisis estadísticos en relación a la variabilidad de tamaño. La relación entre los dos parámetros se expresa con el índice biométrico y en la mayoría de las muestras se utilizan dos índices para su comparación: largo sobre ancho ($100 \times l/a$) y grosor sobre ancho ($100 \times g/a$). El índice l/a representa el grado de longitud o de anchura y el índice g/a refleja el grosor del tamaño o volumen de la semilla (Buxó, 1997). Aparte de estos índices, también se pueden establecer otros que tengan en cuenta la longitud del escutelo o la anchura de raquis y horquillas de espiguillas. Las medidas de todos estos valores se realizan mediante la utilización de un micrómetro adaptado al ocular de la lupa binocular. El número de ejemplares medidos para poder realizar un análisis estadístico representativo es de 100 individuos por taxón y el número mínimo 50. Las medidas siempre se expresan en milímetros.

Por último, también se tendrá en cuenta el análisis de la *organización de las estructuras celulares* y de las características ornamentales y anatómicas de los tegumentos (Buxó, 1997). Todo esto va a permitir la identificación de los rasgos característicos del género, especie o variedad vegetal a la que pertenecen.

La identificación taxonómica de las semillas y los frutos sigue la sistemática de *Flora europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980), además se realizará una clasificación en función de la utilización potencial de la planta, es decir teniendo en cuenta los aspectos etnobotánicos.

La **antracología** tiene por objeto el estudio de la vegetación pasada a través del análisis microscópico de la anatomía del xilema secundario de las distintas especies leñosas. La identificación anatómica del carbón se realiza con un microscopio óptico de reflexión, que con ópticas intercambiables permite la visualización a distintas escalas de los elementos anatómicos. La comparación con atlas anatómicos y con carbones de especies actuales carbonizadas son necesarias para una correcta identificación de la especie vegetal. En la mayoría de las ocasiones se puede llegar a la determinación de la especie, aunque en otros solo se llega a la determinación genérica o de familia

Para la visualización de los carbones se utiliza el Microscopio de luz reflejada y para la realización de las fotos el Microscopio Electrónico de Barrido (SEM):

La identificación de los taxones se realiza en base a la comparación de la anatomía del xilema secundario con varios atlas de anatomía de la madera (Greguss, 1959; Huber y Rouschal, 1954; Jacquot, 1955; Jacquot, Trenard y Dirol, 1973; Schweingruber, 1978, 1990; etc.) y con las colecciones de maderas actuales de los diferentes laboratorios.

III.3. Determinación de las unidades de medida.

El recuento de restos en arqueobotánica entraña una cierta problemática puesto que establecer la importancia de los distintos taxones no es fácil, principalmente por el estado en que los encontramos (carbonizados, fragmentados, etc.). Normalmente se acepta la cuantificación de los restos analizados, aunque con muchas salvedades. La antracología ha utilizado el recuento de los fragmentos de carbón, como la base del estudio cuantitativo, a partir del cual se pueden inferir los datos paleoecológicos. Aunque esta unidad de medida (el fragmento) ha sido puesta en entredicho por algunos autores que piensan que la biomasa vegetal es la más representativa de la importancia relativa de las distintas especies en un mismo nivel (Castelleti, 1975; Krauss-Marguet, 1981; Thinon, 1979). Otros autores (Smart y Hoffman, 1988; Thinon, 1979) realizan el estudio de los distintos yacimientos en base a la presencia/ausencia de los taxones en los diversos niveles.

La unidad contable más usual en los estudios carpológicos son los individuos, enteros o fragmentados que conserven el embrión y se puedan identificar (como género, especie o variedad). Otro método contable incluye la evaluación del número de semillas enteras según el volumen obtenido para el total de fragmentos (Van der Veen, 1992). Las semillas de malas hierbas se contabilizan como un individuo, aunque se conserven de manera fragmentada. Por otro lado, los fragmentos de caquis o de espiguillas también se contabilizan individualmente. En los casos donde las semillas suelen fragmentarse en dos, como las leguminosas cultivadas y los frutos de gran tamaño (caso de las bellotas), se consideran como un solo individuo cuando se conservan unidas las dos partes o los dos cotiledones, si no se calcula el total de los restos divididos por dos.

III.4. Cuantificación y expresión de resultados.

El principal problema de los análisis arqueobotánicos es establecer qué significado tienen los macrorrestos vegetales determinados, ni si su expresión numérica expresa mayor o menos abundancia, bien desde una perspectiva paleoecológica o paleoeconómica.

La utilización de recuentos absolutos, expresados gráficamente en porcentajes para poder comparar muestras de diferentes tamaños es uno de los métodos más utilizados. Así, el *espectro antracológico* es la lista de taxones determinados, expresados en frecuencias relativas. Dentro de la hipótesis antracológica la lista y la proporción entre taxones de un espectro antracológico están en función del área de recogida de madera, a condición de que los carbones provengan de hogares domésticos con una duración importante, y se realice un muestreo (a definir) en cada nivel arqueológico.

El *diagrama antracológico* es una sucesión de espectros, ordenados según la crono-estratigrafía de cada yacimiento. Por tanto, el diagrama es la representación de una evolución dinámica, funcionalmente, de la vegetación pasada. El diagrama es práctico para visualizar a la vez las proporciones de aparición de cada taxon y sus variaciones diacrónicas, base de la interpretación.

A fin de estudiar la variabilidad de las muestras antracológicas al interior de un asentamiento o de comparar asentamientos, el empleo de otros descriptores, adaptados a los resultados, es recomendable. De hecho la utilización de *análisis multivariantes* se ha revelado como un instrumento muy útil para definir áreas específicas de utilización de vegetación (Rodríguez-Ariza y Esquivel, 1989-90, 2005), sectores biogeográficos y cambios de vegetación (Rodríguez-

Ariza, Valle y Esquivel, 1996; Rodríguez-Ariza y Esquivel, 2007).

IV. APLICACIONES Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN ARQUEOBOTÁNICA.

Los macrorrestos vegetales recuperados en un yacimiento arqueológico provienen del resultado de los procesos de trabajo, es decir, resultado de la actividad humana. Las plantas cultivadas y recolectadas fueron utilizadas para las más variadas actividades económicas y de la vida diaria de las distintas comunidades humanas, por lo que nos informan de las estrategias socioeconómicas desarrolladas en los distintos períodos culturales. Es así como la antracología y la carpología presentan una doble vertiente en la interpretación de sus resultados, de un lado el paleoecológico y de otro el paleoetnobotánico (Buxó y Piqué, 2008).

La **antracología arqueológica** tiene como objetivo el estudio de los **usos de la madera**, así como de la **vegetación desaparecida** y su evolución a lo largo del tiempo. Estos dos aspectos son complementarios y se interrelacionan. Los usos de la madera conciernen directamente a las actividades, las tecnologías, la economía, pero no nos definen la vegetación pasada. Los carbones vegetales utilizados como leña, especialmente como combustibles domésticos, son a menudo un excelente registro de la composición precisa de los bosques, punto de partida para comprender las causas de su transformación en el tiempo. Mediante una adecuada elección de los depósitos estudiados, una recogida rigurosa del material y un análisis correcto de la significación de las muestras, la antracología realiza hipótesis en el dominio de la historia de medio natural (biogeografía, ecología, paleoclimatología) y en el de la economía de las sociedades, desde la gestión de los recursos hasta la de sus territorios. Desde los cazadores-recolectores del Paleolítico hasta las sociedades agrícolas-ganaderas y protoindustriales, el estudio de la vegetación y de los factores naturales del medio está asociado a la comprensión de las interrelaciones entre la sociedad y el bosque. La antracología interesa por tanto al arqueólogo y al historiador como al biólogo y al ecólogo.

Otra aplicación de la antracología es el estudio del carbón vegetal fuera de un contexto arqueológico. Este es el objeto de la **pedoantracología**. Los carbones vegetales se integran en capas superficiales o profundas del suelo gracias a los incendios naturales de la vegetación, o por aportes aluviales o coluviales de madera carbonizada desplazada. Las preguntas, los métodos de recogida e interpretación son específicos, puesto que hay que comprender las causas de la carbonización de la madera, el modo de aporte de los carbones, los procesos de dispersión y enterramiento, etc. Esta aproximación no concierne directamente al arqueólogo, pero aporta datos complementarios sobre la historia del medio y los hombres.

Dentro de las nuevas orientaciones en la investigación antracológica hay un relevante interés por la Antracología experimental, centrándose en aspectos tafonómicos relacionados con la recogida y selección de la leña, el proceso de combustión, los residuos de carbón producidos y las alteraciones que sufren dentro del registro arqueológico (Bazile Robert, 1982; Rossen y Olson, 1985; Théry-Parisot, 2001; Allué *et al.*, 2007).

Dentro de este interés tafonómico se han estudiado los carbones que presentan señales de haber sufrido procesos de degradación por el ataque de hongos, microorganismos e insectos xilófagos (Blanchette, 2003; Carrión y Badal, 2004).

Uno de los problemas con que se encuentra la antracología es la imposibilidad de distinguir entre variedades silvestres y cultivadas de una especie. Especial interés han despertado las especies mediterráneas como son la vid

(Terral, 2002) y sobre todo el olivo, el cual se ha tratado desde distintas perspectivas: viendo la composición química entre ambas variedades (Terral, 1996 y 1997) y los criterios morfométricos que las diferencian (Arnold-Simard, 1993; Terral y Arnold-Simard, 1996). También se intenta definir el origen e inicio de su domesticación a partir del estudio biogeográfico de los restos de carbón encontrados en las diferentes regiones y periodos culturales estudiados, definiendo su cultivo cuando aparece en gran cantidad en las áreas no naturales de la variedad silvestre (Rodríguez-Ariza y Montes, 2005).

Uno de los campos que están dando importantes datos para la contrastación de los resultados antracológicos es el de los estudios paleoetnográficos, principalmente centrados en el aprovisionamiento de combustibles, de poblaciones cazadoras-recolectoras actuales. Así se han estudiado poblaciones de la Tracia griega (Ntinou *et al.*, 1999; Ntinou, 2002), del Rif Occidental en Marruecos (Peña-Chocarro *et al.*, 2000; Zapata *et al.*, 2003), de la comunidad Yámana en Tierra de Fuego (Piqué, 1999) y de comunidades de la zona costera central de Perú (Moutarde, 2006).

Dentro de la carpología también existe una preocupación por el conocimiento del entorno vegetal que rodea a los distintos asentamientos, aunque por el origen principalmente cultivado de las semillas su objetivo principal de estudio se dirige a investigar los distintos sistemas agrícolas (Buxó y Piqué, 2008). Dentro de este campo un interés especial lo constituyen las plantas cultivadas, estudiando su origen y evolución a lo largo del tiempo (Zohary y Hopf, 2000). Otro campo de interés de la carpología se centra en el estudio de las prácticas relacionadas con la producción, la gestión y la manipulación de los productos vegetales. Varias son las aproximaciones que se han realizado desde la etnobotánica (Jones, 1984; Hillman, 1984) o de la arqueología experimental (Reynolds, 1988; Alcalde y Buxó, 1992). También la determinación del uso de las plantas, tanto desde un punto de vista económico como social, es una de los principales objetivos de la investigación carpológica.

Aparte de estas dos disciplinas hay que citar los trabajos que se han realizado sobre la discriminación isotópica del C13 sobre semillas y carbones de diversas especies vegetales, con objeto de discernir si existen diferencias significativas en el aporte hídrico que recibieron las plantas durante su crecimiento y si éstas pueden relacionarse con la irrigación artificial (Araus *et al.*, 2007 a y b; Burjachs *et al.*, 2000; Aguilera *et al.*, 2007)

Bibliografía

- AGUILERA, M., ARAUS, J.L., VOLTAS, J., RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O., MOLINA, F., ROVIRA, N., BUXÓ, R. y FERRIO, J.P. (2008): "Stable carbon and nitrogen isotopes and quality traits of fósil cereal grains provide clues on sustainability at the beginnings of Mediterranean agricultura", *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 22: 1653-1663. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI:10.1002/rcm.3501.
- ALONSO, N. (1999): *De la llavor a la farina. Els processos agrícoles protohistòrics a la Catalunya Occidenta*. Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 4. Lattes, CNRS.
- ALCALDE, G. y BUXÓ, R. (1992): "Experimentació d'emmagatzematge i explotació de *Triticum dicoccum* Sch. a la Vall del Llierca (La Garrotxa)", *Chispéla* 9: 87-94.
- ALLUÉ, E., EUBA, I., CÁCERES, I., ESTEBAN, M. PÉREZ, M.J. (2007): "Experimentación sobre recogida de leña en el parque faunístico de los Pirineos "Lacuniacha (Huesca)". Una aproximación a la tafonomía del

- registro antracológico”, en J. Molera, J. Farjas, P. Roura y T. Pradell (eds.): *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*: 295-303. Universitat de Girona. Girona.
- ARAUS, J.L., FEBRERO, A., BUXÓ, R., CAMALICH, M.D., MARTIN, D., MOLINA, F., RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O. y ROMAGOSA, I. (1997a): “Changes in carbon isotope discrimination in grain cereals from different regions of the western Mediterranean Basin during the past seven millenia. Palaeoenvironmental evidence of a differential change in aridity during the late Holocene”, *Global Change Biology* (1997) 3: 107-108, Oxford.
- ARAUS, J.L., FEBRERO, A., BUXÓ, R., MOLINA, F., RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O., CAMALICH, M.D., MARTIN, D. y VOLTAS, J. (1997b): “Identification of Ancient Irrigation Practices based on the Carbon Isotope Discrimination of Plant Seeds: a Case Study from the Southeast Iberian Peninsula”, *Journal Archaeology Sciences* (1997) 24: 729-740, Dorchester.
- ARNORLD-SIMARD, G. (1993): *Distinction entre la variété sauvage et la variété cultivée de l'olivier par l'étude morphométrique de l'anatomie du bois: essai d'une application archéologique*. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II.
- BAZILE-ROBERT, E. (1982): “Données expérimentales pour l'anthraanalyse”. *Etudes Quaternaires Languedociennes* 2: 25-32.
- BLANCHETTE, R.A. (2003): “Deterioation in historic and archaeological woods from terrestrial sites”, en R.J. Koestler, V.R. Koestler, A.E. Charola y F.E. Nieto-Fernández (eds.): *Art, Biology and conservation: biodeterioration of works of arts*: 328-347. New York.
- BURJACHS, F., FEBRERO, A., RODRIGUEZ-ARIZA, M.O., BUXO, R., ARAUS, J.L. y JULIA, R. (2000): “Holocene pollen sequences and carbon isotope discrimination op plant remains in Spain: evidences of a progresive increase in aridity”, en: *Mediterranean Desertification Research results and policy implications*. Proceedings of the International Conference 29 October to 1 November 1996. Crete, Greece. pp 11-20. European commuties. Belgium.
- BUXÓ, R. (1990): *Metodología y Técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yaciments arqueológicos*. Cahier Noir, 5. Girona.
- BUXÓ, R. (1997): *Arqueología de las plantas*. Barcelona, Editorial Crítica.
- BUXÓ, R. y PIQUÉ, R. (Dirs.) (2003): *La recogida de nuestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- BUXÓ, R. y PIQUÉ, R. (2008): *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la Península Ibérica*. Ariel. Barcelona.
- CARRIÓN, Y. y BADAL, E. (2004): “La presencia de hongos e insectos xilófagos en el carbón arqueológico. Propuestas de interpretación”, en J. Martín, M.J. Feliu, M.C. Edreida (eds.): *Avances en Arqueometría 2003*: 98-106, Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- CASTELLETTI, L. (1975): “Depositi mesolitico del passo della Comunelle (reggio E.), Apennino Tosco-Emiliano”. *Preistoria Alpina*, 11, 148-154.
- GÓNGORA, M. (1868): *Antigüedades prehistóricas de Andalucía*. Madrid.
- GREGUSS, P. (1959): *Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Straücher*. Budapest.

- HILLMAN, G.C. (1984): « Interpretation of archaeological plant remains : ethnographic models from Turkey », en W. van Zeist y W. Caparie (eds.) : *Plants and Ancient man. Studies in palaeoethnobotany*, pp. 123-162. A.A. Balkema. Rotterdam.
- HUBER, B. Y ROUSCHAL, C. (1954): *Mikrosphotographischer Atlas Mediterraner Hölzter*. Fritz Haller Verlag, Berlin-Grunewald.
- JACQUAT, C. (1988) : *Les plantes de l'age du Bronze. Catalogue des fruits et graines*. Archéologie neuchâteloise, 7. Neuchâtel.
- JACQUIOT, C. (1955): *Atlas d'anatomie des bois des conifères*. Editions du Centre technique du Bois, Paris.
- JACQUIOT, C., TRENARD, Y. y DIROL, D. (1973): *Atlas d'anatomie des bois des angiospermes*. Editions du Centre technique du Bois, Paris.
- JONES, G. (1984) : « Interpretation of archaeological plant remains : ethnographic models from Greece », en W. van Zeist y W. Caparie (eds.) : *Plants and Ancient man. Studies in palaeoethnobotany*, pp. 43-64. A.A. Balkema. Rotterdam.
- KRAUSS-MARQUET, I. (1981): Analyse anthracologique du gisement post-glaciare de la Pujade (Millau, Aveyron). *Paléobiologie continentale*, XI, 1, 93-110.
- MARINVAL, Ph. (1988) : « Recherches experimentales sur l'acquisition des données en Paleocarpologie », *Revue d'Archéometrie* 10 :57-68.
- MOUTARDE, F. (2006) : *L'évolution du couvert ligneux et son exploitation par l'homme dans la vallée du Lurín (côté centrale du Pérou), de l'Horizon Ancien (900-100 av. J.C.) à l'Horizon Tardif (1460-1532 ap.J.C.). Approche anthracologique*. Thèse du doctorat. Université Paris I.
- NTINOU, M. (2002) : *El paisaje en el norte de Grecia desde el Tardiglacial al Atlántico. Formaciones vegetales, recursos y usos*. BAR International Series 1038, Oxford.
- NTINOU, M., BADAL, E. y HEINZ, C. (1999) : « Resultados preliminares del proyecto etnoarqueológico de Sarakini (Tracia, Grecia). Comparación con la antracología prehistórica », *Geoarqueologia i Quaternari litoral. Memorial M.P. Fumanal* : 179-191. Universitat de València. Valencia.
- PEÑA, L., ZAPATA, L., GONZÁLEZ, J.E., IBAÑEZ, J.J. (2000) : « Agricultura, alimentación y uso del combustible : aplicación de modelos etnográficos en arqueobotánica », *III Reunió sobre economia en el Món Ibèric, Saguntum-PLAV*, Extra 3 : 403-430.
- PIQUÉ, R. (1999) : *Producción y uso del combustible vegetal : una evaluación arqueológica*. Treballs d'Etnoarqueologia 3. Universitat Autònoma de Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- REYNOLDS, P.J. (1988) : *Arqueología experimental : una perspectiva de futuro*. Eumo. Vic.
- RIVERA, D. y OBÓN, C. (1991): *La guía de INCAFO de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales)*.
- RODRIGUEZ-ARIZA, M.O. (1992): *Las relaciones hombre-vegetación en el Sureste de la Península Ibérica durante las Edades del Cobre y Bronce a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos*. Tesis doctoral

microfilmada. Universidad de Granada.

- RODRIGUEZ-ARIZA, M.O., VALLE, F. y ESQUIVEL, J.A. (1996): «The vegetation from the Guadix-Baza (Granada, Spain) during the Copper and Bronze Ages based on Anthracology», *Arqueologia e calculatori* 7: 537-558, Roma.
- RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O. y ESQUIVEL, J.A. (2005): “Análisis antracológico de la Necrópolis de Cruz del Negro. (Carmona, Sevilla)”, *Spal* 13 (2004): 113-138. Sevilla.
- RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O. y ESQUIVEL, J.A. (2007): “Una valoración de la paleovegetación del Sureste de la Península Ibérica durante la Prehistoria reciente a partir de las aplicaciones estadísticas en Antracología”, *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*: 263-272.
- RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O. y MONTES, E. (2005): “On the Origin and domestication of *Olea europaea* L. (olive) in Andalucía, Spain, based on the biogeographical distribution of its finds”, en *Vegetation History and Archaeobotany*, Vol.14. Nº 4:551-561.
- ROSSEN, J. y OLSON, J. (1985): “The controlled carbonization and archaeological analysis of U.S. wood charcoal”, *Journal of Field Archaeology* 12: 445-456.
- ROVIRA, N. (2007): *Agricultura y gestión de los recursos vegetales en el Sureste de la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente*. Tesis Doctoral. Universitat Pompeu Fabra. Institut Universitari d’Història Jaume Vicens i Vives, Barcelona.
- SCHWEINGRUBER, F. (1978): *Mikroskopische Holz Anatomie*. Züricher, AG, Zug.
- SCHWEINGRUBER, F. (1990): *Anatomie europäischer Hölzer*. Bern and Stuttgart.
- SIRET, E. y SIRET, L. (1890): *Las primeras Edades del metal en el Sudeste de España*. Barcelona.
- SMART, T. L. y HOFFMAN, A.S. (1988): “Environmental interpretation of archaeological charcoal”, en HASTORF and POPPER: *Current Paleoethnobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains. Prehistoric Archeology and Ecology Series*, Chicago, 167-205.
- SOTOMAYOR, M. y PAREJA, E. (1979): “El yacimiento romano de Gabia La Grande (Granada)”, *N.A.H.* 6: 425-440.
- TERRAL, J.F. (1993): *Olivier sauvage et Olivier cultivé: approche par l’analyse minérale du bois, applications à du matériel antracologique*, Diplôme d’Études Approfondies (DEA), Université de Montpellier II, Montpellier.
- TERRAL, J.F. (1996): “Wild and cultivated olive (*Olea europaea* L.): a new approach to an old problem using inorganic analyses of modern wood and archaeological charcoal”, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 91:383-397.
- TERRAL, J.F. (1997): *La domestication de l’olivier (*Olea europaea* L.) en Méditerranée nord-occidentales: approche morphométrique et implications paléoclimatiques*. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II.
- TERRAL, J.F. y ARNOLD-SIMARD, G. (1996): “Beginnings of olive cultivation in Eastern Spain in relation to Holocene bioclimatic changes”, *Quaternary Research* 46: 176-185.
- TERRAL J.F.; ALONSO N.; CAPDEVILA R.B.I.; CHATTI N.; FABRE L.; FIORENTINO, G.; MARINVAL P.; JORDÁ G.P.; PRADAT B.; ROVIRA N.; ALIBERT P. (2004): “Historical biogeography of olive domestication (*Olea*

europaea L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material”, *Journal of Biogeography* 31-1: 63-77.

THINON, M. (1979): “Incidence écologique des reboisements du mont Ventoux (Vaucluse). Aspects floristiques et pédologiques”. *Thèse de 3ème cycle, Université de Droit, d’Économie et des Sciences d’Aix-Marseille*.

VAN DER VEEN, M. (1992): *Crop husbandry regimes. An archaeobotanical study of farming in northern England 1000 BC-AD 500*. Sheffield Archaeological Monographs 3. J.R. Collis Publications, University of Sheffield.

VERNET, J.L. (Coord.) (2001): *Guide d’identification des charbons de bois préhistoriques et récents*. CNRS Editions, Paris.

ZAPATA, L., PEÑA-CHOCARRO, L., IBAÑEZ, J.J. y GONZÁLEZ, J.E. (2003): “Ethnoarchaeology in the Moroccan Jebala (Western Rif): wood and dung as fuel”, en K. Neumann, A. Butler y S. Kahlheber (eds.): *Food, Fuel and Fields. Progress in African Archaeobotany*. *Africa Praehistorica* 15: 163-175. Heinrich Barth Institut. Colonia.

ZOHARY, D. y HOPF, M. (2000): *Domestication of plants in the Old World*. Oxford, Clarendon Press.