
II.3.2.2. VARIABILIDAD TAXONÓMICA DE *ACER* SP., *PRUNUS* SP., *PINUS* SP. Y *QUERCUS* SP EN EL REGISTRO ESTUDIADO

Acer sp.

Este género incluye diversas especies que crecen en la actualidad en Cataluña y que se identifican a menudo en yacimientos arqueológicos. En trabajos anteriores se ha identificado *Acer* sp., *Acer monspessulanum*, *Acer opalus* y *Acer campestre* (Bazile-Robert, 1980; Ros, 1985, 1996; Piqué, 1995). La distinción de estas especies puede realizarse sobretodo basándose en el número de células en los radios, esta observación no puede hacerse de la misma forma en todos los fragmentos. Según Greguss (1955), Jacquot, (1973a, 1973b), Schweingruber, (1990b):

Acer campestre L. presenta de 1 a 6 células de ancho (a menudo 4), los radios están hinchados y los extremos son redondeados

Acer monspessulanum L. 1 a 8 células (a menudo 3 ó 4) los radios son inflados y ligeramente agudos en los extremos. Presenta células cristalíferas.

Acer opalus Mill. presenta radios con 1 a 5 células (a menudo 2, 4) y células cristalíferas.

Este taxón lo hemos determinado en 4 de los yacimientos estudiados en este trabajo: Abric Romaní, Abric, Agut, Balma del Gai y Cova de la Guineu, en este apartado nos detendremos únicamente en los resultados de los dos últimos yacimientos. En el caso del la Balma del Gai, en el análisis se identifica únicamente *Acer monspessulanum* (Bazile-Robert, 1980). Sin embargo, durante la identificación de los carbones que se incluyen en este estudio, hemos identificado diferencias, respecto a los criterios anatómicos observados con relación al número de células de los radios que varían de 2 a 8 células. El número de células es variable y hemos podido dividir en tres grupos los que presentaban radios a partir de 7 células, los que no superaban las 3 células y el grupo más numeroso entre 4 y 6 células de ancho. En la Balma del Gai, de los 130 fragmentos identificados como *Acer* sp., la mayor parte pertenecen al grupo intermedio en el que se podría incluir cualquiera de las tres especies y únicamente en 6 fragmentos se han podido observar radios con más de 7 células y en 36 fragmentos con entre 2 y 3 células (Tabla II.3.1.). Con ello pretendemos constatar únicamente que en estos yacimientos probablemente encontramos varias especies de arce.

En la Cova de la Guineu se identificaron 263 fragmentos de *Acer* sp. y únicamente en 139 fragmentos se ha podido realizar la cuantificación de radios. En 38 casos los radios no sobrepasaban las 3 células de ancho, en 71 presentaban valores medios de 4

células y finalmente 28 presentaban más de 7 células de ancho (Tabla II.3.2.). Igual que en el yacimiento anterior el grupo dominante es el que presenta valores intermedios, y este resultado no nos permite valorar cuantitativamente este dato. Sin embargo, consideramos que en el entorno de Guineu crecían también varias especies de *Acer* sp.

Balma del Gai	
Tipos	Nº fragmentos
<i>Acer</i> tipo 1(2-3 células)	28
<i>Acer</i> tipo 2 (4-6 células)	71
<i>Acer</i> tipo 3 (más de 7)	7
<i>Acer</i> sp.	24
Total	130

Tabla II.3.1. Tipos de *Acer* identificados en la Balma del Gai

La Guineu	
Tipos	Nº fragmentos
<i>Acer</i> tipo 1(2-3 células)	38
<i>Acer</i> tipo 2 (4-6 células)	71
<i>Acer</i> tipo 3 (más de 7)	28
<i>Acer</i> sp.	126
Total	263

Tabla II.3.2. Tipos de *Acer* identificados en la Cova de la Guineu

Prunus sp.

Existen diversas especies que se distribuyen desde el piso mesomediterráneo hasta el alpino, en la actualidad creciendo en Cataluña de forma espontánea: *Prunus amygdalus*, *Prunus spinosa*, *Prunus lusitanica*, *Prunus mahaleb* y *Prunus avium*, que son en principio los taxones que consideraremos para definir la variabilidad de la muestra. La distinción de estas especies puede realizarse en base el número de células en los radios y la disposición de los poros (Schweingruber, 1979;1990). A pesar de la dificultad que supone la identificación de estos taxones encontramos en la literatura la identificación de *Prunus*, en análisis de un mayor número de fragmentos y probablemente con una mejor conservación del material identifican en el NE peninsular *Prunus avium*, *Prunus spinosa*, *Prunus mahaleb* y *Prunus amygdalus* (Bazile-Robert, 1980; Ros, 1985; 1994, Piqué, 1995). La importancia de la

distinción de estos taxones reside en el significado ecológico y etnobotánico que tiene cada una de estas especies.

Según Jacquot (1973 a b), Schweingruber (1990), Bazile-Robert (1980):

Prunus amygdalus: madera con porosidad circular, con 5 a 7 células de ancho, a menudo mayoría con 6 y 7. En el plano transversal se observa abundantes radios muy juntos entre ellos.

Prunus avium: madera con porosidad difusa, radios con 2 a 4 células de ancho, a menudo 3. Los poros están en el leño inicial abundantes y agrupados y en el la madera final aislados o agrupados de 2 a 8. Poros entre 30 y 80 micras.

Prunus mahaleb: madera con porosidad difusa y radios con 4 a 7 células de ancho, a menudo de 4 a 6. El diámetro de los poros es de 15 a 50 micras, y están agrupados en grupos de 2 a 15 poros.

Prunus spinosa: los poros son muy numerosos y están aislados o agrupados en filas radiales u oblicuas. Los vasos tienen un diámetro de entre 20 y 50 micras y los más grandes se encuentran en la madera inicial. Los radios heterogéneos tienen entre 3 y 6 células y con una altura de 15 a 30 células

C. Heinz (Heinz y Barbaza, 1998) establece tres tipos de *Prunus* a partir de las diferencias en el número de células en los radios. El *Prunus* tipo 1 tiene radios no más anchos que 2 células, el tipo 2 tiene entre 3 y 5 células y el tipo 3 tiene más de 5 células. Según la autora cada uno de los tipos corresponde a varias especies, *Prunus* tipo 1 a *Prunus avium/padus*, *Prunus* tipo 2 a *Prunus spinosa/mahaleb* y *Prunus* tipo 3 a *Prunus spinosa/amygdalus*.

En los yacimientos estudiados hemos identificado este taxón en Estació Agut, Molí del Salt y Balma del Gai. En la Balma del Gai encontramos 174 fragmentos de *Prunus* con caracteres anatómicos diferentes que nos indican la presencia de diferentes especies. En un trabajo anterior (Bazile-Robert, 1980) se constata la presencia de diversos tipos, concretamente la autora identifica *Prunus amygdalus*, *Prunus mahaleb* y *Prunus spinosa*, que los distingue por la abundancia de radios, el número de células y si presentan una zona porosa. En las observaciones realizadas hemos utilizado el mismo criterio que Heinz (Heinz y Barbaza, 1998) y hemos identificado 37 fragmentos del tipo 1 que correspondería a *Prunus avium/padus*, 44 del tipo 2 que corresponde a *Prunus spinosa/mahaleb*, 46 del tipo 3 que correspondería a *Prunus spinosa/amygdalus* (Tabla II.3.3.). Nueve fragmentos de este último grupo presentaban una zona porosa, lo que indica que puede tratarse de *Prunus amygdalus*. El bajo número de efectivos no nos permite realizar una

distribución cuantitativamente válida por tallas para observar las variaciones en la secuencia.

En el Abric Agut se han determinado un total de 99 *Prunus* sp., de los que 24 son del tipo 1, 23 del tipo 2 y 4 del tipo 3, el resto son indeterminables (Tabla II.3.4.). La mayoría corresponden al nivel 4.7c, de donde proceden la mayor parte de carbones de este yacimiento.

Balma del Gai	
Tipos	Nº fragmentos
<i>Prunus</i> tipo 1(2-3 células)	37
<i>Prunus</i> tipo 2 (3-5 células)	44
<i>Prunus</i> tipo 3 (más de 5 cél.)	46
<i>Prunus</i> sp.	45
Total	172

Tabla II.3.3. Tipos de *Prunus* identificados en la Balma del Gai

Abric Agut	
Tipos	Nº fragmentos
<i>Prunus</i> tipo 1(2-3 células)	24
<i>Prunus</i> tipo 2 (3-5 células)	23
<i>Prunus</i> tipo 3 (más de 5)	4
<i>Prunus</i> sp.	48
Total	99

Tabla II.3.4. Tipos de *Prunus* sp. identificados en el Abric Agut

El estado de conservación de los fragmentos del Molí del Salt, no nos a permitido contar el número de células de los radios de la mayoría de fragmentos. De un total de 25 fragmentos, 10 son del tipo 3, pero todos ellos presentan una zona porosa, lo que nos indica que probablemente se trate de *Prunus amygdalus*. Tres fragmentos son de tipo 1 y el resto *Prunus* sp.

Pinus sp.

El pino es una de los géneros que encontramos con mayor frecuencia en los registros antracológicos. En Cataluña crecen en la actualidad tres especies de carácter mediterráneo, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* y tres especies de montaña de carácter eurosiberiano, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*, *Pinus nigra* spp. *salzmannii*. Cada una de las especies presenta caracteres anatómicos que las

distingue, sin embargo en las muestras antracológicas estas características no son suficientes para la determinación.

Pinos de montaña

Con el objetivo de distinguir estas especies en los carbones arqueológicos, se han realizado diversos intentos. Vernet (1967), utiliza el diámetro tangencial de los canales longitudinales, altura de los radios en número de células, medida de la altura de los radios en micras, diámetro de las punteaduras de los canales, concluyendo que únicamente son útiles los dos primeros caracteres. Más tarde, Bazile-Robert (1979) desarrolla un sistema teniendo en cuenta la posición de los canales secretores en el leño, a partir de la cual establece como referencia 0, el inicio del leño temprano y 1 el límite externo del anillo de crecimiento. Si la posición del canal está por debajo de 0.75 *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* se separa de *Pinus sylvestris*, entre 0.75 y 0.9 se confunden y más allá de 0.9 puede distinguirse *Pinus sylvestris* (Heinz *et al.*, 1988). A partir de entonces en la mayor parte de los trabajos se utiliza este criterio para distinguir una especie de otra, además de algunas observaciones como la morfología de las puntuaciones de los campos de cruce (Badal, 1984; Ros 1985, Figueiral, 1987).

Otro ensayo es el realizado por Roig *et al.*, (1997), en el que consiguen distinguir *Pinus nigra* a través de los criterios métricos clásicos utilizando láminas finas. Los criterios en los que se basan, son número de anillos de crecimiento, grosor, situación, abundancia y diámetro de los canales resiníferos, diámetro de traqueidas, anchura y altura de los radios fusiformes, altura y anchura de los radios uniseriados, longitud y anchura de las punteaduras fenestriformes, diámetro exterior e interior de las punteaduras. Con estas medidas consigue determinar que las muestras del depósito son de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii*. Estos criterios no parecen aplicables de forma sistemática a carbones arqueológicos, ya que no siempre se cuenta con muestras grandes ni con que tengan todos los caracteres anatómicos.

Los elementos que diferencian estas especies son muy reducidas (Tabla, II.3.5.). Por lo que respecta a la posición de los canales secretores en el leño y en el caso de *Pinus uncinata* hay que añadir que normalmente, debido al stress ecológico al que está sometido presenta anillos de crecimiento estrechos (Heinz, 1990). Esto puede ocurrir también en individuos concretos de *Pinus sylvestris* que crecen a mayor altitud o bajo condiciones más extremas.

Como vemos, incluso con las descripciones y los análisis morfométricos realizados, los caracteres se solapan. Hay autores que consideran la morfología de las

punteaduras como otro dato a tener en cuenta, más redondas o más cuadradas según la especie (Chabal, 1991).

Especie	Talla canales	Localización canales	Punteaduras	Paredes traqueidas	Altura de los radios
<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>salzmannii</i>	100-150 μm	Leño tardío	1 a 2 en ventana	Paredes espesas y dentadas	10 células de media
<i>Pinus sylvestris</i>	100-150 μm	Leño tardío (0,75-0,9)	1 a 2 en ventana	Paredes espesas y dentadas	10 células de media
<i>Pinus uncinata</i>	100-150 μm	Leño tardío	1 a 2 en ventana	Paredes espesas y dentadas	10 células de media

Tabla II.3.5. Características anatómicas de los pinos de montaña según Heinz *et al.* (1988)

En este trabajo hemos identificado como *Pinus* tipo *sylvestris/nigra* o *Pinus* tipo *sylvestris/uncinata*, en 6 yacimientos, en los cuales interpretamos para cada uno de ellos la posibilidad de que se trate de una especie u otra a partir del conjunto de datos florísticos obtenidos, ya que en el estado actual de la investigación, la determinación siguiendo criterios anatómicos no nos parece posible. En estos momentos, Adam Ali (*Lab. Paléoenvironnements, Anthracologie et Action de l'Homme*), realiza una Tesis doctoral centrada en el estudio micromorfométrico de los pinos de montaña con el fin de resolver esta cuestión.

Pinos mediterráneos

Otro grupo de especies es el que forman *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Pinus halepensis*, los tres presentes en la vegetación actual del NE peninsular y en dos de los yacimientos estudiados. Estas tres especies sí presentan una anatomía diferente que permite la diferenciación: el tamaño de los canales resiníferos, su disposición y las paredes de las traqueidas transversales son los caracteres que nos permiten distinguirlas (Tabla II.3.6.). De todos modos, estos no pueden observarse en todos los fragmentos y debido a la variabilidad que podemos encontrarnos dentro de la misma muestra, en ocasiones la identificación no puede realizarse. Las diferencias entre estas tres especies están mucho mejor definidas y encontramos identificaciones de todas ellas en las publicaciones antracológicas. Con respecto a *Pinus pinaster*, Figueiral (1995) define con exactitud cuáles son los criterios diferenciadores de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*, que de hecho son los que ofrecen una mayor dificultad en el momento de la identificación.

Los pinos mediterráneos se han identificado en La Cativeira y La Guineu. En el primero, todos los fragmentos que han podido identificarse son del tipo *Pinus halepensis* y en La Guineu encontramos *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. A pesar de las diferencias aparentemente claras entre ambas especies, nos ha resultado difícil identificarla en todos los fragmentos. Las punteaduras, si bien eran pinoides, no

siempre hemos podido definir si se trataban de las de una u otra especie. Incluso en ocasiones, debido a la combustión las punteaduras de *Pinus pinaster* pueden parecer fenestriiformes (Figura II.3.5.). Del mismo modo, otro de los caracteres propios de *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis* son las paredes de las traqueidas que en el primero son dentadas y en el segundo presentan una ondulación gruesa. Este carácter no es siempre observable. Por este motivo y para no crear confusión, utilizaremos el taxón *Pinus* tipo mediterráneo en los yacimientos donde no aparezcan criterios de variabilidad o estos sean confusos como en La Guineu.

<i>Especie</i>	Talla canales	Localización canales resiníferos	Punteaduras	Paredes traqueidas	Altura de los radios
<i>Pinus pinaster</i>	200-300 μ m	Transición leño temprano/l. tardío	1 a 4 pinoides	Paredes gruesas y dentadas	6-8 células
<i>Pinus pinea</i>	100-150 μ m	Leño tardío	2 a 4 pinoides a piceoides	Paredes delgadas no dentadas	1-9 células
<i>Pinus halepensis</i>	100-200 μ m	Distribuidos por todo el leño	1 a 4 pinoides	Paredes lisas ligeramente dentadas	8-10 células

Tabla II.3.6. Características taxonómicas de pinos t. mediterráneo Heinz *et al.*, (1988)

En el registro de La Guineu encontramos dos especies de pinos que podían perfectamente crecer en el entorno inmediato del yacimiento. Estos dos taxones *Pinus t. halepensis* y *Pinus t. pinaster* no los hemos diferenciado en todos los casos, es por ello que hemos utilizado el término pino mediterráneo para incluirlos a ambos. A pesar de que en la literatura existen criterios que los distinguen con claridad, la identificación nos parece confusa en la mayoría de los fragmentos, muchas veces por tratarse de ramitas y otras veces por el estado de los fragmentos o por la falta de rasgos anatómicos definitivos (Tabla II.3.7.).

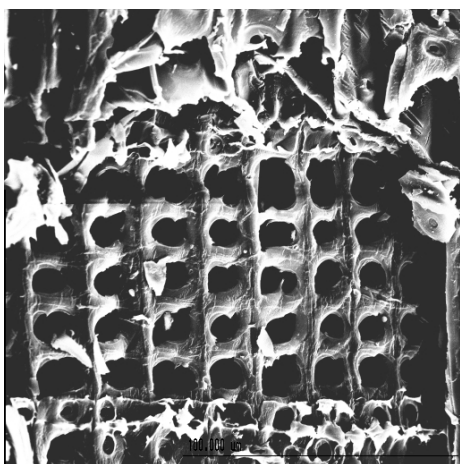


Figura II.3.5. Plano radial mostrando punteaduras y traqueidas dentadas de *Pinus pinaster* de la colección de referencia

Cova de la Guineu					
Taxón	niveles	Ia	Ib	Ic	Id
<i>Pinus t. pinaster</i>		31	19	17	3
<i>Pinus t. halepensis</i>		8	8	29	3
<i>Pinus sp.</i>		32	19	82	19
Total		71	46	128	25

Tabla II.3.7. Tipos de *Pinus sp.* identificados en La Guineu

Quercus sp. perennifolio: Quercus ilex, Quercus coccifera y Quercus suber

Por lo que respecta a *Quercus ilex*, *Quercus coccifera* y *Quercus suber* la identificación de la especie es muy importante ya que en la vegetación mediterránea son taxones determinantes en lo que respecta a la dinámica vegetal. En principio, en la mayor parte de trabajos, se determina *Quercus ilex/coccifera* y *Quercus suber*. Para distinguir *Quercus ilex* de *Quercus coccifera*, Chabal (1991) realizó un ensayo midiendo los radios utilizando la altura y la distancia de éstos para distinguirlos, pero no llegó a ninguna conclusión definitiva. Por lo que respecta a la encina y el alcornoque, únicamente en algunas ocasiones podemos diferenciarlos basándonos en el tamaño de los poros y la presencia de tílides (Schweingruber, 1990b). En este sentido el trabajo de S. Ivorra (2001) a partir de la eco-anatomía cuantitativa, ha permitido plantear las primera hipótesis con relación a la distinción entre *Quercus ilex* de *Quercus coccifera*. La autora, utiliza criterios relacionados con la superficie de los vasos en función de su posición relativa en el seno de la llama. Los resultados permiten plantear hipótesis con relación a la ecología de las especies, caracterizando a *Quercus coccifera* como una especie más xerófila.

En el yacimiento donde esta determinación ha presentado más dudas es en La Guineu, los numerosos fragmentos de *Quercus sp.* tanto caducifolios como perennifolios muestran una gran variabilidad. Por lo que respecta a *Quercus sp. perennifolio*, siguiendo el criterio de tamaño de los vasos hemos podido separar algunos fragmentos identificados como de *Quercus t. suber*. Sin embargo, no podemos determinar si dentro del resto de *Quercus sp. perennifolio* haya algún *Quercus suber*.

En La Guineu, de los fragmentos determinados como *Quercus sp. perennifolio* 73 tienen caracteres de *Quercus t. suber*, sin embargo esta especie también puede encontrarse entre el resto de fragmentos. Para evitar errores en cuanto a la representatividad de cada taxón en la muestra hemos preferido mantener el taxón *Quercus sp. perennifolio*.

Taxones	Tamaño de los poros en el leño temprano	Tamaño de los poros en el leño tardío
<i>Quercus coccifera</i>	150µm	50µm
<i>Quercus ilex</i>	150µm	50µm
<i>Quercus suber</i>	300µm	100µm

Tabla II.3.8. Características taxonómicas de *Quercus* sp. perennifolio según Heinz *et al.*, (1988)

Quercus sp. caducifolio

En Cataluña existen actualmente diversas especies de robles, *Quercus canariensis*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus petraea*, *Quercus faginea*, *Quercus faginea* ssp. *cerroides*, además de las variedades que surgen a partir de la hibridación de éstas. La variabilidad anatómica puede ser la misma entre una especie y otra y entre ejemplares de la misma especie. Algunos autores (Figueiral, 1990) han realizado ensayos con el objetivo de determinar con más precisión los fragmentos analizados, llegando a una conclusión que finalmente es aplicable sólo en las muestras observada y no puede generalizarse al resto (Tabla II.3.9.).

Taxones	Tamaño de los poros en el leño temprano	Tamaño de los poros en el leño tardío	Distribución de los poros en el leño temprano	Tílides
<i>Quercus robur</i>	200/500µm	20µm	En dos o tres filas	abundantes
<i>Quercus pyrenaica</i>	150/300µm	20µm	En una sola fila	raros
<i>Quercus faginea</i>	130µm	40µm	En varias filas	-

Tabla II.3.9. Características taxonómicas de *Quercus* sp. caducifolio según Figueiral (1990); Heinz *et al.*, (1988)

En los fragmentos estudiados de la Cova de la Guineu hemos observado cierta variabilidad que puede estar relacionada con la especie. En este yacimiento se han analizado más de 5000 fragmentos procedentes de varios niveles arqueológicos, siendo el total de *Quercus* sp. caducifolio en el conjunto de las muestras de 1482. En general los fragmentos de La Guineu se caracterizan por tener poros grandes en el leño temprano (150/300µm) con presencia de tílides. En ocasiones hemos encontrado fragmentos con poros pequeños (<150µm) que podrían identificarse como *Quercus faginea*, sin embargo el tamaño de éstos también depende de si nos encontramos frente a una rama de pocos años o de una rama más grande o de un tronco. La variabilidad de estas especies y la facilidad para la hibridación no nos permite valorar el registro de La Guineu en términos más específicos. Sería necesario realizar un estudio morfométrico para obtener resultados positivos.

Quercus sp.

A lo largo de toda la secuencia de La Guineu hemos encontrado también la presencia de fragmentos de *Quercus sp.*, cuya determinación no ha sido posible. A menudo estos fragmentos se caracterizan, sobretodo en los niveles Ic y Ib, por ser ramitas de 0.5 cm de diámetro aproximadamente y por estar vitrificados. La identificación es imposible, ya que no pueden observarse todos los caracteres necesarios y debido a que al ser una rama no podemos observar la distribución de los poros correctamente.

II.4. Las alteraciones del registro antracológico

En este apartado presentamos diversos aspectos relacionados con el material antracológico, que afectan de forma directa a la recuperación, cuantificación, identificación e interpretación de este registro. Las alteraciones de los carbones arqueológicos se enmarcan en el estudio de la formación del registro antracológico, que implica una serie de procesos y agentes que afectan a la madera y a los carbones, desde el crecimiento de la planta hasta su recuperación en la excavación arqueológica. Para ello debemos tener en cuenta diversas escalas de observación y de análisis, ya que existen procesos tafonómicos y procesos que tienen lugar con anterioridad a la muerte biológica de las plantas, que afectan también al registro antracológico y a la interpretación que se hace de éste. Los objetivos de este capítulo son la caracterización de la formación del conjunto antracológico y la caracterización del material antracológico en sí mismo.

Para plantear la problemática de una forma coherente nos basaremos en algunos de los criterios metodológicos de la tafonomía aplicada al registro fósil, a través de los conceptos que se utilizan sobretodo en zooarqueología (Fernández-López, 2000). La tafonomía según la definición de Fernández-López (Fernández-López, 2000) es la disciplina que estudia los procesos de fosilización y la formación de yacimientos fósiles. Durante este proceso tienen lugar tres fases: muerte, enterramiento y descubrimiento. En este sentido, se considera como objeto de estudio cualquier elemento biológico muerto. Sin embargo, como ya hemos señalado, debemos considerar también las modificaciones en la madera que tienen lugar antes de la muerte de la entidad biológica, para poder analizar todos los procesos que producen modificaciones de ésta y que después pueden ser observables en el registro que estudiamos.

Los estudios sobre las alteraciones de la madera o los carbones no se han tratado con detenimiento desde una perspectiva antracológica y únicamente se han tenido en cuenta como algo puntual en algunos análisis. Con la excepción de algunos trabajos

concretos nunca se ha abordado el análisis de forma sistemática. Los aspectos por los que se ha mostrado un mayor interés son la reducción de masa y la fragmentación, que aunque no están directamente relacionados con las modificaciones anatómicas sí intervienen en el proceso tafonómico que sufre la madera antes y durante la carbonización. El análisis de estos dos aspectos afecta directamente a la cuantificación del registro (Chabal, 1988b, 1997; Loreau, 1994). Asimismo, Piqué (1999b), trata desde un punto de vista cuantitativo aspectos tafonómicos relacionados con los procesos postdeposicionales y el registro antracológico con el objetivo de explicar los modos de comportamiento y la gestión del combustible. También Rodríguez-Ariza (1993), expresa desde el punto de vista de la arqueología espacial los efectos postdeposicionales que afectan al registro antracológico.

La falta de trabajos afrontados desde este punto de vista se debe a que el desarrollo de la disciplina se ha dirigido hacia la resolución de aspectos relacionados con las secuencias paleoecológicas o problemas paleoetnobotánicos, siempre desde una perspectiva taxonómica o metodológica, y dejando de lado otros temas que en un principio no parecen indispensables para entender el registro.

Queremos destacar la publicación de Salisbury y Jane (1940), que a partir de una problemática basada en la selección del combustible, identifican en los carbones alteraciones producidas por agentes biológicos. Además de otros trabajos posteriores aplicados directamente sobre material antracológico son los de Théry (1993), Théry-Parisot (1998, 2001), Loreau (1994) y Fiorentino (1995).

Otro tipo de estudios se basan en las modificaciones anatómicas por causas naturales o antrópicas, tratado desde una perspectiva paleoclimática o para explicar el tipo de explotación de una especie, como es el caso del olivo en los trabajos de Terral (1997). Rossen y Olson (1985) se interesan por la reducción de masa, la preservación del material y la identificación. Prior y Gasson (1993) estudian la reducción de masa y contracción de la madera producida por la combustión de diversas especies, con el objetivo de profundizar en las determinaciones de cada taxón y la conservación diferencial. Existen además estudios con objetivos industriales sobre el reconocimiento de las cualidades de la madera o las transformaciones que sufre la madera durante la combustión (McGinnes *et al.*, 1971; Beall *et al.*, 1974; Juneja, 1975; Slocum *et al.*, 1978; Cutter *et al.*, 1980; Baileys y Blankenhorn, 1982).

Los procesos que tienen lugar en la formación del registro antracológico son el crecimiento, la muerte biológica de la planta, la combustión, la fosildiagénesis y la excavación (recuperación del registro fósil) (Figura II.4.1.). El crecimiento de la

planta está afectado por diversos agentes biológicos y físico-químicos que dependen de las condiciones en las que esta crece o bien de la acción antrópica. El tipo de modificaciones que sufre la madera es de diversa índole; los nudos, la modificación del tamaño de las células o la transformación por el crecimiento irregular son algunas de ellas.

La combustión es el proceso producido bien por la acción antrópica o bien por agentes naturales (incendios) que modifican la madera convirtiéndola en carbón. Este proceso está condicionado por los mecanismos que caracterizan la carbonización y depende de variables como el tiempo de combustión, la temperatura, el calibre de la madera, las propiedades y condiciones de ésta. La carbonización produce transformaciones en la estructura interna de la madera y en su morfología.

Los procesos fosildiagenéticos están causados por agentes físico-químicos y naturales/ biológicos, debido a mecanismos como el hielo-deshielo, pisoteo y presión del sedimento, condicionados por el tipo de sedimentación y otros factores biológicos que afectan a la formación del depósito.

Finalmente, la excavación y el muestreo son los últimos procesos que sufre el carbón antes de analizarlo. La fragmentación es una de las transformaciones que afecta principalmente a los carbones durante su recogida, sobre todo si se utilizan técnicas de flotación. El objetivo del estudio de las modificaciones anatómicas y tafonómicas sobre este tipo de material es profundizar en el conocimiento sobre la forma en que el material ha llegado al yacimiento, sobre la formación del depósito en si mismo y las alteraciones que se generan sobre el material arqueológico (en este caso antracológico). Por una parte, nos acerca al comportamiento de los humanos con relación al tipo de explotación que se hace del uso de la taxonomía en el análisis de carbones arqueológicos. Por otra parte, como se comporta el material durante su transformación de madera a carbón o de madera sin configurar a un objeto configurado. Además, nos ayuda a entender las características del depósito y el grado de conservación del material.

[Figura II.4.1. Procesos que producen alteraciones en el material antracológico.](#) Pag. 110

II.4.1. Los defectos de la madera durante el crecimiento

Cada una de las especies se caracteriza por una estructura anatómica definida (ver cap. II.3), ésta puede ser diferente en cada individuo debido a las condiciones ecológicas, de ahí precisamente la gran variabilidad dentro de una misma especie. Los cambios en el ambiente relativos al agua o el grado de humedad afectan a la planta y provocan por ejemplo un aumento del tamaño de los poros en alguna angiospermas que crecen en suelos saturados de agua. El estrés ecológico (condiciones frías o sequía) causa también modificaciones en el crecimiento de la planta, reflejado anatómicamente en los anillos de crecimiento.

La influencia de la topografía, insolación, condiciones meteorológicas y características del suelo son los agentes que provocan defectos caracterizados como fibras retorcidas, fibras onduladas, acebolladuras y resquebrajaduras (Fischesser, 2000; Schweingruber, 1988) (Figura II.4.2.). Los nudos y bifurcaciones de ramas son unas de las deformaciones más comúnmente determinada en antracología que a veces impide la identificación del fragmento. Un ejemplo típico es el de *Erica*, cuyos nudos provocan un aumento en el número de células en los radios (Schweingruber, 1990). Y, en la actualidad, la contaminación ambiental también produce trastornos en el crecimiento de las plantas que se ve reflejado en la estructura anatómica (Wodzicki, 2001).

La acción humana es uno de los agentes biológicos que ha transformado y transforma la anatomía de las plantas de forma directa e indirecta. Se ha observado a menudo en algunas especies cultivadas o explotadas intensivamente que, debido a la poda, el crecimiento de las nuevas ramas supone una modificación anatómica de la madera, es decir tiene lugar un crecimiento irregular que se presenta en forma de anillos de crecimiento más cortos que se intercalan con otros más anchos (Rasmussen, 1990). La domesticación de algunas especies también produce variaciones morfométricas que nos permite, a partir de los fragmentos de carbón, determinar que tipo de explotación se llevó a cabo (Terral, 1997).

El reconocimiento de estas diferencias nos permite de una parte, conocer las condiciones climáticas bajo las cuales crece un individuo y de otra conocer las estrategias de explotación de los recursos vegetales.

II.4.2. Procesos tafonómicos

II.4.2.1. LA DEGRADACIÓN DE LA MADERA

A las alteraciones descritas en el apartado anterior hay que añadir alteraciones como consecuencia de agentes externos: biológicos, físico-químicos o antrópicos. Aunque todos los vegetales tienen tejidos muertos como el xilema secundario y el parénquima, la madera muerta no tiene funciones vegetativas activas. El origen de la muerte puede ser por causas fisiológicas, por los parásitos, por causas climáticas o antrópicas. En el caso de la muerte natural las ramas mueren en el árbol y tarda un tiempo hasta que caen de forma natural o debido a los agentes meteorológicos (Fischesser, 2000).

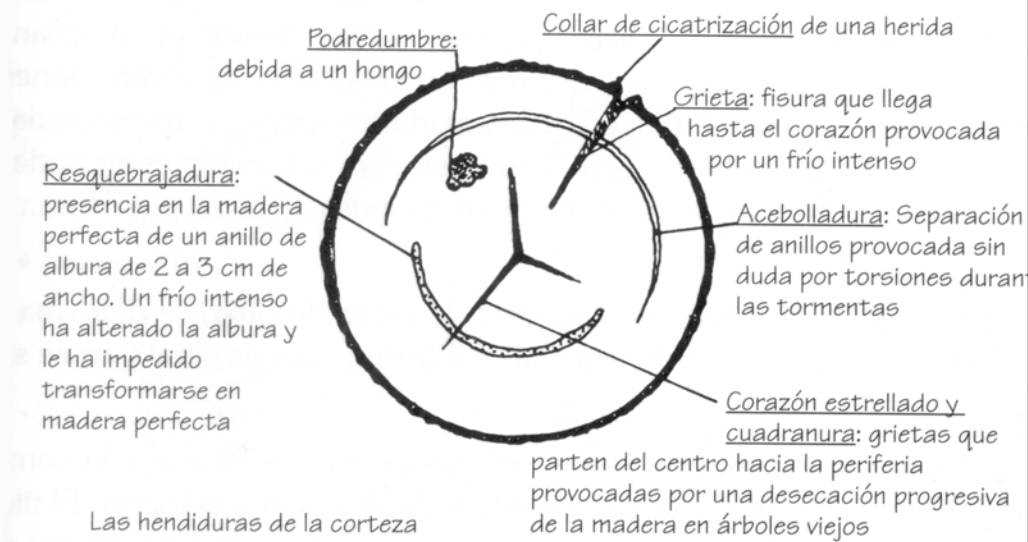
Los agentes que degradan la madera son diversos, entre los que destacamos los hongos, bacterias y otros microorganismos (Hunt y Garrat, 1962; Fischesser, 2000). Algunos de ellos no afectan en apariencia pero modifican la penetrabilidad de la madera. Los hongos que destruyen la madera, desintegran las paredes celulares por lo tanto cambian las condiciones físicas y químicas de la madera. Los hongos se desarrollan en la madera formando estructuras microscópicas que individualmente se llaman hifas y colectivamente micelium (Hunt y Garrat, 1962). Además, la madera puede verse afectada por otros insectos y microorganismos como los xilófagos, que atacan a la madera tanto cuando está viva como muerta (Fischesser, 2000). Las alteraciones que producen este tipo de organismo puede identificarse en muestras arqueológicas, aunque no todas pueden distinguirse con claridad (Théry-Parisot, 1998; Badal, 2001).

II.4.2.2. LA DEGRADACIÓN POR SATURACIÓN DE AGUA

Las ramas de los vegetales que acaban en cursos de agua o que se encuentran en lugares con nieve perpetua o lluvias continuas pueden sufrir alteraciones debidas a la saturación de agua. La experimentación realizada por Théry-Parisot (1998, 2001) bajo condiciones de laboratorio permitiendo la entrada de oxígeno en la combustión de madera saturada de agua recogida en un río, muestra que no puede identificarse la alteración por saturación de agua, ya que las posibles modificaciones relacionadas con la reducción del espesor de las paredes celulares son efectos también producidos por la combustión. Además, los ataques fúngicos que muestran sus ejemplos experimentales no están directamente relacionados con la saturación de agua (Théry-Parisot, 1998).

LOS DEFECTOS DE LA MADERA

Para ser completamente utilizable, una madera no debe tener defectos, pero las causas de las modificaciones de su estructura pueden ser múltiples. Algunos de estos defectos se aprecian desde el exterior, otros no.



Las hendiduras de la corteza son oblicuas



Corazón excéntrico

Anomalía imputable a la pendiente, al viento o a una disposición irregular de los árboles en la población



Madera de estructura anormal



Fibra retorcida

El plano leñoso se enrolla en hélice



Mínima resistencia a la flexión (pino - roble)



Fibra ondulada

debida al plegamiento del cambium



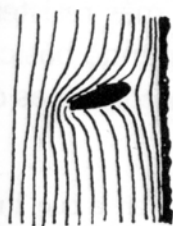
Madera muy difícil de trabajar, a veces buscada para decoración



Grasa del roble

Reacción al enrollamiento de un tallo de madre selva

LOS NUDOS = heterogeneidad de la madera, mínima resistencia



Nudo muerto recubierto

resto de una antigua rama caída (un nudo vivo es debido a la unión de una rama viva al aserrarla)

(Un nudo viciado está podrido)



Tumor o nudo:

especie de engrosamiento erizado de chupones provocado por una antigua

herida → utilizado en ebanistería (nogal, fresno, ar)

Figura II.4.2. Los defectos de la madera según Fischesser (2000)

II.4.2.3. MODIFICACIONES PRODUCIDAS POR LA ACCIÓN ANTRÓPICA

II.4.2.3.1. Alteración térmica: Carbonización

Este proceso puede ser producido por una parte, por agentes antrópicos, a raíz de la utilización de la madera como leña puede ser fruto, tanto la planta viva como muerta, de un incendio natural. En este trabajo únicamente consideraremos la originada por fuego de origen antrópico producido en hogares dejando de lado los incendios naturales. Las deformaciones de la anatomía debido a la carbonización se observan tanto en la morfología de la madera (macroscópica) como microscópicamente en la estructura celular de ésta. Las variables que a las alteraciones por carbonización, son la temperatura, las características propias de la madera y las condiciones de ésta.

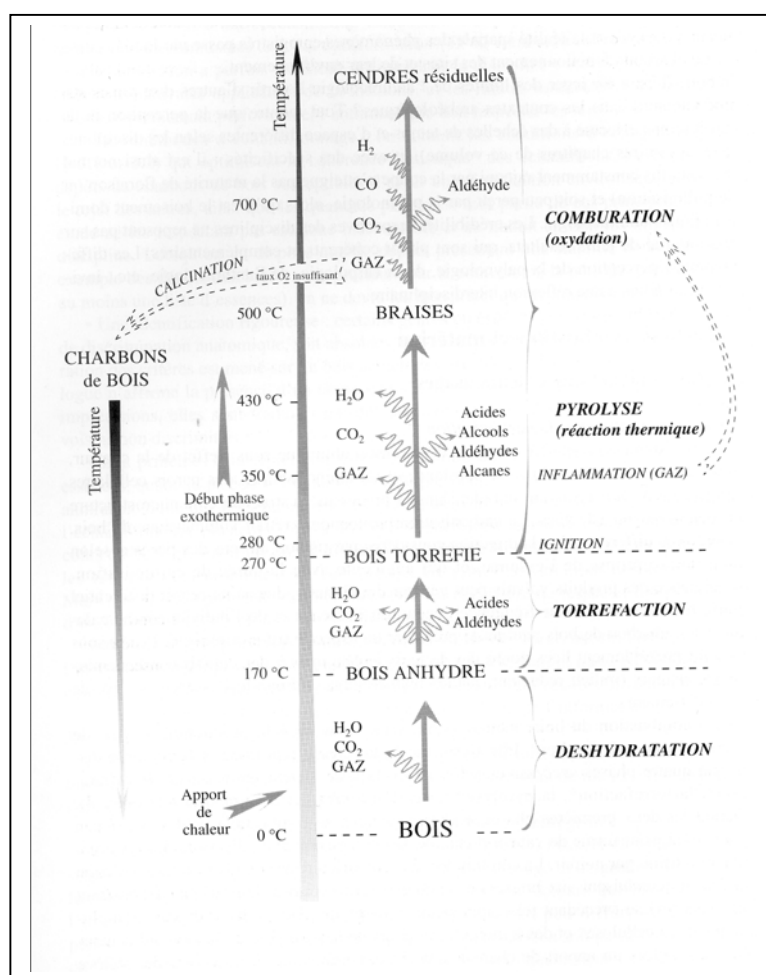


Figura II.4.3. Proceso de combustión según Chabal *et al.*, (1999)

Las alteraciones que se producen durante la combustión están directamente relacionadas con las condiciones de la madera anteriormente expuestas. Así pues no se transformará de la misma forma una rama caída parasitada que en una rama verde

fresca o en una madera saturada de agua. La combustión es una reacción química que se produce con tres elementos: el combustible, oxígeno y comburante. Los estadios de combustión son los siguientes a partir de 200° C la madera se seca y libera vapor de agua y otros gases (Chabal *et al.*, 1999). Entre 200 y 280 °C los gases se descomponen, a partir de los 300 °C empieza la fase exotérmica y a los 500°C se producen las brasas (Figura II.4.3.). Existen además una serie de parámetros ligados a la combustión como la temperatura y el tiempo y las condiciones de combustión y por otra parte las características de cada especie: densidad, poder calorífico y calibre.

Según Schweingruber (1978), la carbonización produce una pérdida del 70 al 80% de sustancia y ello tiene como consecuencia una contracción del 7 al 13% longitudinalmente y una 12 a 25% radial o tangencialmente. Además las paredes celulares de los materiales carbonizados no tienen más que 1/5 a 1/4 de su espesor inicial. Dependiendo del proceso de combustión (condiciones temperatura y tiempo) y las condiciones de la madera (húmeda) pueden producir carbones que parecen escorias. La carbonización produce también fisuras y deformaciones en el tejido.

Guo y Bustin (1998), en un estudio sobre carbón vegetal, realizan una serie de experimentaciones en las que observan que una madera no degradada no se altera después de someterla a una combustión a 300 °C durante 60', mientras que el mismo tipo de madera degradada se fragmenta y se contrae de la misma forma que una madera no degradada durante 120' a 300 °C. Según los autores, este hecho indica que la madera degradada se fragmenta y se contrae a menor temperatura. La experimentación realizada por Baileys y Blankenhorn (1982), muestra una reducción de masa del 70% del original ya secado en la estufa, a temperaturas sobre 550 °C. Existen diferencias en la reducción de masa según la especie debido probablemente a las diferencias químicas de cada una de ellas. Entre 200-400 °C reduce el peso original en un 50%, la mayor parte de peso se pierde entre 300° y 350 °C. Entre 190-270 °C se descomponen la hemicelulosa.

En general, el objetivo de estos análisis se centra en el conocimiento de las propiedades de la madera para su utilización como carbón y los efectos del fuego sobre materiales de construcción. Las discusiones básicas se centran en la reducción de masa, la contracción (encogimiento) y la densidad.

II.4.2.3.2. La Vitrificación

La vitrificación es la fusión de las células, que se presentan con un aspecto vitrificado y que si afecta a todo el carbón, éste no puede identificarse (Figura

II.4.4a). Este tipo de alteración depende de las condiciones de combustión y de las condiciones de la madera antes de la combustión, según los trabajos realizados hasta el momento (Théry-Parisot, 1998, 2001; Scheel-Ybert, 1998; Tardy, 1998). La mayor parte de autores parecen coincidir en que este tipo de alteración se produce durante procesos de combustión determinados, como los incendios y carboneras. Asimismo, parece relacionarse con altas temperaturas y la combustión de madera verde (Machado, 1994; Scheel-Ybert, 1998; Tardy, 1998; Thinon, 1992). La combustión lenta y la condición verde de la madera serían dos de los condicionantes para la obtención de madera vitrificada, aun así, no se ha conseguido la reproducción experimental de forma sistemática (Théry-Parisot, 1998).

El trabajo experimental realizado por Scheel-Ybert (1998) utilizando diferentes especies, verdes y semisecas a temperaturas entre 450 y 700 °C, en una mufla y al aire libre, le permiten confirmar de forma no concluyente una relación entre la vitrificación y la madera verde. La autora señala también la importancia de las diferencias entre madera densas y no densas en la producción de la vitrificación (Scheel-Ybert, 1998).

II.4.2.3.3. Modificaciones mecánicas relacionadas con la combustión

Fisuras

Durante las primeras fases de la combustión se volatilizan gases y vapor de agua de forma repentina, produciendo grietas sobre las células de la madera. Algunas especies como *Olea europaea* y *Ceratonia siliqua* son más susceptibles a este tipo de alteraciones. Normalmente la fisuras se forman en el plano transversal, a partir de los poros o canales secretores y de los radios. Théry-Parisot (1998) demuestra en su trabajo que, a pesar de que este hecho se asocia a menudo a madera en estado verde, se puede producir en cualquier tipo de madera cualquiera que sea su estado.

La contracción o colapso de células

Esta alteración de la madera depende según algunos autores de la organización y orientación de las células, teniendo lugar la mayor contracción en el plano transversal. Este tipo de alteración que no afecta a toda la estructura anatómica, es debida según Théry-Parisot (1998) al estado seco de la madera. Esta alteración también puede producirse durante el crecimiento de la planta sometida a un estrés ecológico.

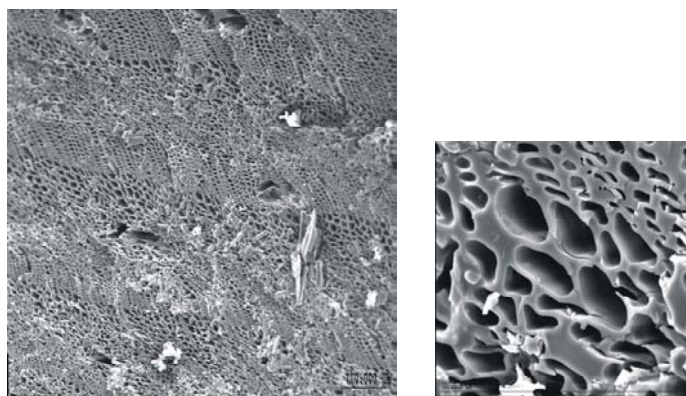


Figura II.4.4. Fragmento de la Balma del Gai (I G5 885) de *Pinus* tipo *sylvestris/nigra* con las células colapsadas

Reducción de masa y fragmentación

La reducción de masa y fragmentación están directamente relacionadas con la cuantificación de los carbones, y es uno de los problemas que quedan por resolver. Pocos trabajos se han realizado en esta dirección, por ejemplo, Bazile-Robert (1982) realiza una experimentación sobre *Buxus sempervirens* y *Quercus* sp. caducifolio carbonizados en una combustión al aire libre, donde muestra que existe una diferencia en la reducción de masa de las especies y que ello puede suponer problemas cuantitativos. También, Loreau (1994) realiza unas experiencias carbonizando madera de *Populus nigra*, *Picea morinda* y *Quercus ilex* donde controla el volumen, peso y humedad de las muestras y la temperatura. En las tres especies la reducción de masa es de un 60% en los tres primeros minutos y a partir de los 150 minutos no supera el 5%. Una madera poco densa como *Populus* produce más carbones que una madera densa como el roble, aunque el peso es casi el mismo. De hecho todavía no existen trabajos definitivos que muestren los problemas reales sobre la reducción de masa, y hasta el momento no parece haberse demostrado que las diferencias en la combustión de los taxones provoquen problemas cuantitativos.

Redondeamiento

Esta alteración que se observa macroscópicamente, puede producirse debido a la combustión o al trabajo de la madera, y en principio no puede distinguirse una alteración de otra. Habitualmente la madera que se conserva en yacimientos arqueológicos no presenta modificaciones estructurales importantes, sino todo lo contrario, permitiendo una mejor identificación que los fragmentos carbonizados. Dos elementos son importantes relacionados con este hecho: en primer lugar que la madera escogida para la fabricación de un objeto siempre está en buen estado y no tiene porqué presentar defectos y en segundo lugar que no ha sufrido la alteración térmica. Habitualmente en madera no carbonizada se identifica el trabajo a partir de la morfología, marcas de corte, además de otras transformaciones más evidentes

(Oakley, 1955; Castelletti, 1978; Coles y Orme, 1985; Thieme, 1997). En muestras carbonizadas en las que no se conserva la forma del objeto es difícil distinguir entre madera trabajada y redondeada por el efecto de la combustión.



Figura II.4.5. Fragmento de *Acer* sp. del Abric Agut redondeado

II.4.3. Procesos fosildiagenéticos

Los carbones una vez abandonados pueden sufrir una serie de alteraciones que están más relacionadas con agentes físico-químicos y mecánicos que por alteraciones biológicas (Schweingruber, 1978). Así pues, podemos considerar que el pisoteo, la presión del sedimento, el hielo-deshielo y la carbonatación son los agentes que pueden transformar este material y sobretodo fragmentarlo. Schweingruber (1978) señala que las zonas del leño inicial de coníferas y de algunos caducifolios pueden ser destruidos por los efectos mecánicos que tienen lugar cuando el carbón está enterrado. Esta parte del árbol también puede tener el mismo tipo de modificación a causa del efecto del hielo cuando la planta todavía está viva (Schweingruber, 1988).

El efecto del hielo-deshielo es uno de los procesos más característicos en los depósitos pleistocenos determinados por las fluctuaciones climáticas que afectan a los regímenes termométricos. Este proceso se identifica en la mayoría de estudios micromorfológicos. Según Théry-Parisot (1998) el efecto hielo-deshielo es lo que produce la hiperfragmentación en algunos yacimientos Pleniglaciares de Francia. En una experimentación realizada por la autora, bajo condiciones de laboratorio, muestra que las condiciones de humedad y el estado de la madera son las dos variables que determinan la mayor fragmentación de los carbones. Para que se produzca la alteración los carbones deben estar sometidos a varios ciclos de hielo-deshielo.

A pesar del hielo-deshielo en realidad lo importante es el tipo de sedimento en el cual se produce este efecto. La elasticidad del sedimento parece ser un elemento indicativo en la hiperfragmentación. Lo que afecta al carbón es el proceso de hielo-deshielo del propio sedimento al introducirse gracias al agua en el interior de la estructura celular. A pesar de que no ha sido contrastado experimentalmente, en principio nos parece que los fragmentos de la Balma del Gai están afectados por este proceso. Hemos identificado en 52 fragmentos trazas de sedimento, que a una escala macroscópica, se observa una alteración por sedimento. La apariencia de ésta es de líneas transversales y longitudinales, que afectan a la friabilidad de los carbones y facilita su fragmentación. La misma alteración observada con el MEB parece caracterizarse por una grieta producida por la penetración de agua y sedimento, siendo este último el reflejo del efecto (Figura II.4.6). A diferencia de otro tipo de grietas como las fisuras, descritas en párrafos anteriores, éstas son más grandes y se observan macroscópicamente.

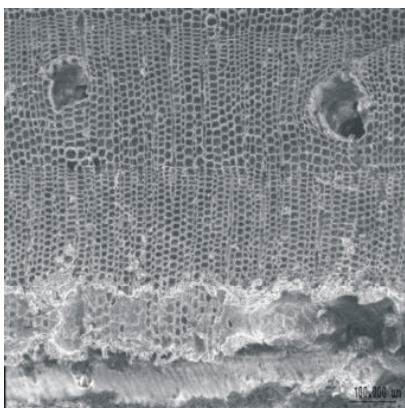


Figura II.4.6. Fragmento de *Pinus t. sylvestris/nigra* de la Balma del Gai que muestra una fisura

II.4.4. Distribución de los carbones en el sedimento: problemas tafonómicos

Una vez abandonados los carbones, tiene lugar el proceso de enterramiento que afecta al conjunto entero. El tamaño de este material y su consistencia, hace que puedan removilizarse con mayor facilidad que otros, provocando problemas tafonómicos en la estratigrafía. El interés por este hecho es diverso, por una parte el carbón es el material más utilizado para la datación de los conjuntos arqueológicos y en consecuencia se pueden encontrar problemas estratigráficos en el momento de datar un carbón (Bernabeu *et al.*, 1999). Por otra parte el interés por la distribución espacial del material tiene implicaciones metodológicas e interpretativas. Algunos autores han tratado este tema con el objetivo de definir cual es el número mínimo de cuadrículas a analizar para obtener el registro floral total de una unidad arqueológica. (Badal, 1992; Heinz, 1990). Concretamente Badal (1990), establece un mínimo de cuatro cuadrículas para la estabilización de la curva taxonómica, dependiendo ésta de

la complejidad de la comunidad vegetal frente a la que nos encontramos. La autora indica que si se observa la tendencia de la curva se puede apreciar que aparecen muy pocas especies nuevas a partir de cuatro cuadrículas y que las nuevas aparecerán en frecuencias bajas. Sin embargo son importantes ecológicamente. Por lo que respecta a la representatividad de los taxones en el espacio, según la autora, no existe una homogeneidad, por lo tanto es importante analizar la mayor extensión posible.

La distribución espacial del material antracológico a partir de las coordenadas cartesianas es un trabajo que apenas han desarrollado. Únicamente algunos autores han tenido en cuenta esta técnica con el objetivo de resolver problemáticas concretas relacionadas con la formación del depósito o para definir áreas de actividades en una superficie (Thiébault, 1995; Chabal, 1995; Di Lernia y Fiorentino, 1995; Machado, 2000; Balme y Beck, 2002). S. Thiébault (1995) estudia el comportamiento de las áreas de combustión a partir de la recogida manual de restos de carbones de hogares neolíticos en la Balma del Thuy. Los trabajos de L. Chabal (1995) y C. Machado (2000) se refieren a depósitos de origen funerario y el objetivo del primero es entender el registro antracológico y funcionamiento de éste tipo de depósitos. Es interesante el estudio de Machado (2000), ya que gracias a la distribución espacial consigue separar material antracológico proveniente de la estructura funeraria y material que llega del exterior de la cavidad, contrastando positivamente con el estudio micromorfológico.

II.4.5. Las alteraciones anatómicas en los carbones del Abric Romaní

El objetivo del análisis tafonómico sobre este tipo de material es, en primer lugar, profundizar en el conocimiento del material en sí mismo y los procesos de formación que tienen lugar hasta la recuperación del registro. En segundo lugar, comprobar si el uso de la tafonomía es una buena herramienta para entender las características del registro antracológico y realizar interpretaciones con implicaciones paleoecológica y paleoeconómicas. Para el análisis tafonómico nos hemos basado en las modificaciones anatómicas de la madera carbonizada y en las propiedades físicas y mecánicas de los carbones. Al encontrar siempre la misma especie nos permite definir la problemática y poder realizar de forma más precisa un estudio sistemático sobre las alteraciones tanto diacrónicamente como sincrónicamente.

En principio, podemos plantear dos hipótesis con respecto al material recuperado en el Abric Romaní; 1) por una parte que la madera utilizada como combustible esté sujeta a una explotación de los pinos, tanto de ramas caídas como de ramas verdes

(probablemente acumulada para el secado o con previsión a un aumento en la duración de la estancia y utilizada posteriormente). 2) La explotación del combustible esté dirigida únicamente a ramas caídas al suelo en cualquier estado.

La problemática del estudio sobre las alteraciones de los carbones del Abric Romaní es establecer cuales son las características del material antracológico, y a partir de ello definir el estado de la madera antes de ser antropizadas, con el objetivo de obtener evidencias sobre las estrategias de explotación del combustible. Para ello, en primer lugar hemos realizado el análisis del material arqueológico, utilizando criterios cualitativos durante el proceso de identificación taxonómica de los carbones con el microscopio óptico. A partir de estas observaciones se ha intentado plantear las hipótesis que nos permiten diseñar un trabajo experimental para contrastar los resultados y finalmente se ha comparado las primeras observaciones realizadas con los ejemplos de las reproducciones experimentales. Esta segunda observación se ha realizado utilizando el MEB como herramienta de trabajo, lo cual ha planteado un problema básico de observación y no nos ha permitido llegar hasta el final en las observaciones y comparaciones realizadas. La imagen que se obtiene con la observación en el óptico es distinta a la observada en el MEB, por lo tanto al no tener una clasificación de las alteraciones y una descripción exhaustiva de estas no pueden compararse las alteraciones observadas si no se utiliza para todos los casos una de las dos herramientas.

Para el estudio de las modificaciones del registro antracológico debemos tener en cuenta dos niveles de observación, macroscópico a través del que podemos observar el aspecto del carbón, morfología y como éste ha sido afectado por el sedimento; y microscópico, que definiría modificaciones de la microestructura, además de todo el proceso que tiene lugar desde el crecimiento de la planta hasta la recuperación en la excavación arqueológica.

Las observaciones se han realizado únicamente sobre algunos registros de los niveles Ja (686 fragmentos), Jb (321 fragmentos), K (152 fragmentos), L (180 fragmentos) y M (259 fragmentos). En general, hemos observado que el porcentaje de alteraciones por niveles en casi todos los niveles es de más de un 20%, excepto en el nivel M (Figura II.4.7.). Los niveles K y L son los que presentan un mayor porcentaje de alteraciones y finalmente los niveles Ja y Jb, muy similares entre ellos, en relación con el tipo de depósito, muestran aproximadamente un 20% de carbones alterados. En un estudio tafonómico, la observación de un porcentaje de alteraciones es en principio significativa, ya que nos aporta un primer dato sobre la cantidad de material que presenta alteraciones.

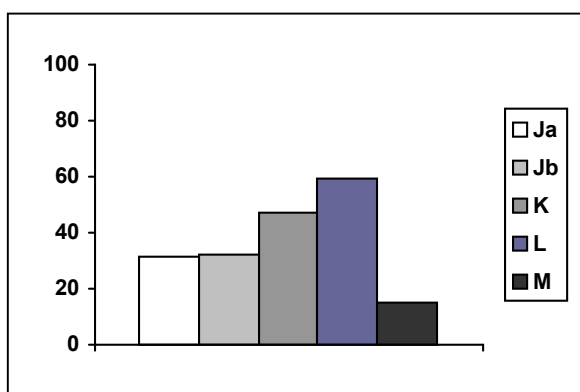


Figura II.4.7. Porcentajes de las alteraciones identificadas por niveles

II.4.5.1. ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO

Las alteraciones observadas son compresiones en las traqueidas, modificaciones de crecimiento en los anillos y nudos. De éstas la que aparece más a menudo es la compresión en las traqueidas, en cambio los nudos y alteraciones en los anillos son escasos (Tabla II.4.1.). Las compresiones son deformaciones características de las coníferas que provocan en las traqueidas un aspecto similar a los engrosamientos en espiral y pueden observarse habitualmente en el leño tardío, momento del crecimiento en que la planta sufre un mayor estrés. Esta alteración de crecimiento es la que se observa más veces, representando hasta un 18 % (Tabla II.4.1.).

Niveles	Alteraciones del crecimiento					
	Compresión en las traqueidas		Alterac. Anillos de crecimiento		Nudos	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Ja	124	18.1	12	1.4	14	1.6
Jb	32	10.0	7	3.0	6	2.5
K	28	18.4	-	-	-	-
L	42	16.2	3	2.2	6	4.3
M	21	11.7	1	0.6	3	1.7

Tabla II.4.1. Alteraciones por crecimiento identificadas en el Abric Romani

II.4.5.2. FRIABILIDAD DE LOS CARBONES

En este yacimiento los carbones se recogen a mano durante la excavación, individualizando cada fragmento visible por el excavador. Aunque se intenta recoger de una sola pieza los carbones suelen fracturarse dependiendo del grado de solidez. Para observar este grado de solidez o compactación se ha cuantificado el número de fragmentos de 1 a 3 y más de 3 (varios fragmentos: vf). Este dato relacionado con el grado de compactación nos informa sobre el estado del material. En todos los niveles más de un 50% de los carbones presentan varios fragmentos. Únicamente en el nivel

Jb el número de fragmentos individuales es más elevado (18.4%), lo que implica una menor friabilidad del material en este nivel (Figura II.4.8.).

Los problemas de la fragmentación están directamente relacionados con la cuantificación del registro, ya que es la unidad de medida que se utiliza con más frecuencia. Los carbones del Abric Romaní son relativamente frágiles si se recuperan tras un lavado con agua la fragmentación los reduce a trocitos de menos de 2 mm. Si observamos en el gráfico podemos comprobar que en todos los niveles estudiados bajo esta perspectiva el porcentaje de carbones que llegan muy fragmentados es mayor.

Otro de los aspectos que se relacionan con la friabilidad de los carbones es el grado de compactación que tienen los carbones. En el momento de fracturar el carbón para realizar la observación de sus tres planos anatómicos hemos observado que presentan lo que hemos denominado compactación variable. Para clasificar esta compactación, hemos establecido tres grados, de mayor compactación a menor 1, 2 y 3. El grado de compactación puede ser debido a las condiciones de la madera antes de la combustión, al proceso de combustión y / o a las alteraciones postdeposicionales al que ha estado sometido el carbón, así como a las condiciones de la madera antes de carbonizarse.

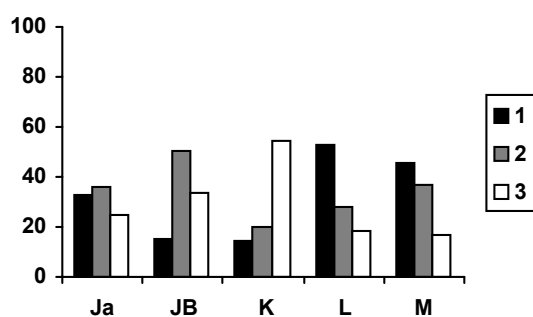


Figura II.4.8. Grado de compactación por niveles

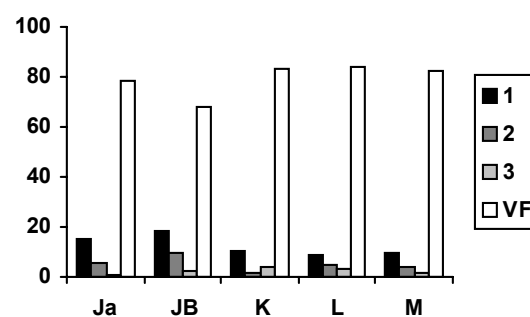


Figura II.4.9. Grado de fragmentación por niveles

Grado de compactación 1: Cuando para fragmentar el carbón tenemos que realizar un pequeño esfuerzo y éste se fragmenta correctamente dejando un corte limpio.

Grado de compactación 2: cuando el carbón se parte con facilidad pero no muestra solidez y el corte no suele ser tan limpio

Grado de compactación 3: Cuando el carbón se deshace en las manos. En esta caso, en ocasiones la observación y la identificación no se puede realizar o es casi imposible. En el caso de un tamizado estos carbones desaparecerían completamente.

En relación con esta característica observamos que los niveles cuyos carbones muestran una mayor friabilidad son el Jb y el K, éste último es a su vez el que presenta un mayor porcentaje de carbones indeterminables. En cambio los niveles L y M presentan un mayor porcentaje de carbones poco friables (Figura II.4.8., Figura II.4.9.).

II.4.5.3. ALTERACIONES DE ORIGEN BIOLÓGICO

En el nivel Ja 11 fragmentos y 1 en el nivel M presentaban agujeros producidos por algún tipo de insecto. En este caso no nos parece un hecho significativo de la muestra estudiada ya que representan muy pocos fragmentos. Otras alteraciones que se han observado microscópicamente, afectan puntualmente a alguna zona del carbón y ello parece indicar que se trate de algún microorganismo (Figura II.4.10 A).

II.4.5.4. ALTERACIONES POR COMBUSTIÓN

El redondeamiento ha sido observado en 11 fragmentos únicamente fragmentos y como ya hemos señalado en párrafos anteriores puede ser fruto de la combustión o de una acción intencionada. Las fisuras también son escasas, en el nivel Ja se han identificado 34, en el Jb 5 y en el L, 7 fragmentos (Figura II.4.10 Figura II.4.10 B y C). El fragmento de la figura II.4.10B (AR KN46/93) presenta fisuras cuyo origen, parece estar en la degradación de la madera que la afectó con anterioridad a la combustión, en cambio el fragmento C (ARJb M56/23) presenta fisuras que parecen producidas por la combustión. A pesar de que no se hayan reconocido muchas alteraciones relacionadas claramente con la combustión, pensamos que algunas de las modificaciones observadas en el plano transversal que producen el colapso de las células en el leño tardío, pueden ser debidas a la combustión (Figura II.4.10 D y E).

Las vitrificaciones tampoco son muy abundantes, y encontramos de varios tipos vitrificaciones puntuales o vitrificaciones generales (Tabla II.4.3.; Figura II.4.10 G y H). Su poca homogeneidad en el seno de los fragmentos no ha impedido la identificación de las especies. Los carbones están bien conservados y no presentan grandes alteraciones, o por lo menos no son apreciables cuantitativamente. La vitrificación es algo que raras veces ocurre en el conjunto de muestras de un nivel, es decir que afecta únicamente a efectos concretos que reaccionan sobre un fragmento o fragmentos determinados.

<i>Vitrificaciones</i>		
Niveles	N° de frags.	%
Ja	17	1.9
Jb	37	15.7
L	10	5.6
K	?	?
M	15	10.9

Tabla II.4.2. Representación de las vitrificaciones por niveles

II.4.5.5. ALTERACIONES POSTDEPOSICIONALES

El tipo de depósito que presenta el Abri Romaní, caracterizado por la formación de travertinos caracteriza la mayoría de efectos postdeposicionales observados. La precipitación de carbonatos sobre los materiales, afecta también a los carbones. Casi todos los carbones presentan carbonataciones exteriores y en algunos fragmentos este tipo de alteración era más evidente. En otros yacimientos el sedimento siempre se queda más o menos pegado al carbón, sin embargo en el Abri Romaní en algunos casos la carbonatación es importante y creemos que facilita la fragmentación y en algunos casos la completa alteración de la estructura anatómica del fragmento.

Por una parte, el agua se introduce por las células y al precipitar los carbonatos permite la fragmentación de estos. Por otra parte, el aspecto macroscópico de algunos carbones era poroso, muy ligeros y friables, la alteración se definió como carbones porosos en los niveles Ja, Jb y M (Tabla II.4.2.; Figura II.4.11.) Este carácter poroso los confundía en ocasiones con los fragmentos esponjosos de los restos de fauna (epífisis), sin embargo después de la observación al microscopio se identificaba algún carácter anatómico leñoso, que permitía descartar la primera opción e incluso en ocasiones la identificación del fragmento. Este tipo de alteración no lo hemos observado en ningún otro yacimiento, así que en principio parece estar vinculado a el tipo de depósito y al efecto de la travertinización. A pesar de que los porcentaje en las que están representada son muy poco significativos, la alteración en si misma nos parece interesante. Cabe destacar que el nivel que presenta un mayor porcentaje de esta alteración es el nivel M, uno de los niveles con presencia de negativos de madera reflejando un alto grado de travertinización que afecta a todos los materiales.

[Figura II.4.10. Ejemplos de las alteraciones observadas en el Abric Romani.](#) Pág. 126

<i>Carbones porosos</i>		
Niveles	Nº de frags.	%
Ja	74	8.4
Jb	43	18.2
L	27	15.0
K	?	?
M	31	22.5

Tabla II.4.3. Representación de fragmentos *porosos* del Abric Romaní

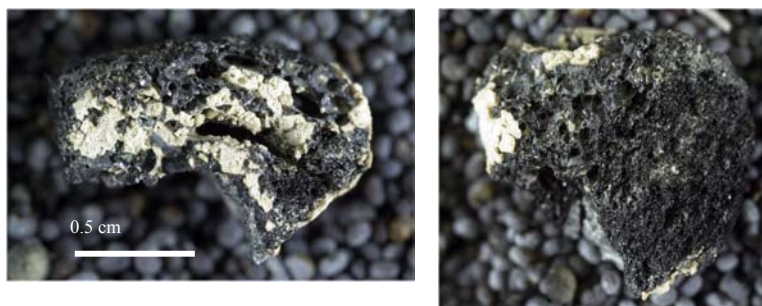


Figura II.4.11. Fragmento *poroso* del nivel M del Abric Romaní

Los carbones del Abric Romaní presentan alteraciones significativas, las más características parecen ser debidas a la combustión y a los procesos postdeposicionales.

II.4.6. Herramientas para la comparación: una colección de referencia experimental de *Pinus sp.*

La realización de estas réplicas experimentales tiene como objetivo la obtención de una colección de referencia para la comparación con los caracteres más significativos relacionados sobre todo con la degradación de la madera y su estado después de la combustión. Para ello se realizó una recogida aleatoria de madera de *Pinus sp.* en diferentes estaciones y con estado de degradación diferentes. Debido a las numerosas variables que se deben tener en cuenta en la realización de una experimentación de este calibre, consideramos las réplicas realizadas únicamente como una colección de referencia que servirá de ayuda para comparar con las muestras arqueológicas y para plantearnos un nuevo enfoque para tratar las alteraciones del material antracológico

Las muestras de madera de *Pinus sp.* se recogieron en Vallter 2000 (Girona), Ribes de Freser (Girona), Andorra y Prades (Tarragona). Excepto la de Vallter 2000, las muestras fueron recogidas en formaciones vegetales de *Pinus sylvestris*, sin embargo únicamente hemos identificado las muestras recogidas del árbol, el resto las hemos considerado *Pinus sp.* Las muestras se recogieron del árbol, ramas caídas, saturadas de agua, y con diferentes grados de degradación.

Realizamos la carbonización de muestras de tamaños y masa variables, entre 70 mm de largo y masas de 11 gr. aproximadamente. La carbonización se llevó a cabo en la mufla del *Servei Científico-Tècnic* de la URV y en la mufla del Àrea de Prehistòria de la URV. Se carbonizaron un total de 50 muestras procedentes de 12 individuos con características diferentes a temperaturas entre 400° y 700 °C. (Figura II.4.12.).

Después de una primera observación de las muestras de la colección de referencia, podemos decir que no existen alteraciones tan importantes como las observadas en las muestras arqueológicas. Uno de los aspectos que llama más la atención es la diferencia en las muestras carbonizadas a diferentes temperaturas cuya transformación es significativa; en las muestras carbonizadas a 700°, la estructura celular de la madera está alterada en algunas zonas del fragmento (Figura II.4.12. A, B, C). No se ha observado ningún fragmento vitrificado y las fisuras solo se han identificado en la muestra de madera verde y en una muestra de un tocón bastante degradado (Figura II.4.13.J, Figura II.4.13. F). En esta última muestra, las células estaban colapsadas, probablemente debido al estado de la madera (Figura II.4.12. F). La muestra más degradada (Figura II.4.13. H), es la que presentaba una mayor friabilidad y las células más alteradas. En principio, la transformación celular claramente visible se observa únicamente en madera muy degradada. En comparación con las muestras del Abric Romani, podemos identificar alteraciones comunes producidas por la combustión, sin embargo en las muestras arqueológicas no podemos definir con exactitud el origen.

Para poder realizar un estudio más preciso con una colección de referencia, deberíamos observar cada muestra realizando un análisis de cada proceso de forma individual. En primer lugar caracterizar la madera sana, en segundo lugar la madera alterada sin carbonizar y finalmente observar el material carbonizado teniendo en cuenta las diferentes variables que afectan a este proceso. Para analizar la madera sin carbonizar, se debería realizar laminas finas (microtomos) para el análisis anatómico. En definitiva consideramos que individualizando los acontecimientos de todo el proceso podríamos conseguir identificar mejor las alteraciones observadas.

La captura de imágenes a través del MEB, nos permite realizar este trabajo, sin embargo es imposible metalizar todos los restos alterados, ya que ello destruiría la muestra. Hasta el momento no hemos utilizado tampoco criterios morfométricos para cuantificar algunas de las alteraciones, debido a que nos parecía más importante primero observar las modificaciones de forma cualitativa para llegar a definir las.

[Figura II.4.12. Ejemplos de los carbones de la colección de referencia.](#) Pag. 129

[Figura II.4.22 bis Ejemplos de los carbones de la colección de referencia.](#) Pag. 129

En conclusión, podemos señalar que uno de los problemas más importantes de éste trabajo es que por una parte, identificamos alteraciones de las que desconocemos el origen, y por otra, conocemos posibles orígenes, pero desconocemos la alteración que produce. Este hecho se debe a la falta de clasificaciones y definiciones de todas las deformaciones anatómicas de la madera o el carbón dificultan la interpretación de las deformaciones observadas. Por este motivo sería necesario observar el material, reproducir experimentalmente controlando todas las variables que parece que afectan a las alteraciones anatómicas de los carbones y volver a observar el material estudiado con el fin de conocer el origen de las alteraciones en cada individuo observado. A pesar de que podemos describir cada uno de estos agentes todavía es difícil describir que aspecto tiene cada una de estas modificaciones y en que momento se ha producido.

II.5. La recuperación y cuantificación de los carbones

Las diferentes técnicas de recogida de carbones están dirigidas a la recuperación del material y a la cuantificación de las frecuencias absolutas y relativas en las que se representa el registro antracológico en una muestra o yacimiento. En un yacimiento arqueológico la recogida de los carbones puede realizarse utilizando diversas técnicas: tamizado en seco, tamizado con agua, flotación, y recogida manual. Estas formas de recogida tienen implicaciones directas en el significado cuantitativo del registro y su utilización depende de la mayor parte de las veces de cuestiones logísticas y de las características de la excavación.

II.5.1. Técnicas de recuperación del material

II.5.1.1. TAMIZADO EN SECO

El tamizado en seco se realiza utilizando una malla de 2 mm, separando directamente los carbones que quedan en la misma. El residuo sobrante debe guardarse para tamizarlo con agua para recuperar el resto de materiales. Se utiliza básicamente en yacimientos donde las limitaciones logísticas no permiten un tamizado con agua. Este tipo de tamizado dificulta parcialmente la separación de los carbones ya que están sucios en el sedimento, pero sin embargo evitan la fragmentación provocada por el agua en una flotación o tamizado con agua. Este cribado no se puede llevar a cabo en todo tipo de sedimentos, ya que por ejemplo las arcillas no permiten una separación fácil de los carbones si no se utiliza agua. El tamizado en seco se ha utilizado en La Guineu.

II.5.1.2. TAMIZADO CON AGUA

Para el tamizado con agua se utiliza una malla de 5 mm y otra de 2 mm y un chorro de agua sin demasiada presión. Después del lavado se deja secar y posteriormente se separan los fragmentos de carbón. Esta técnica se ha utilizado para los sedimentos del Abric Romaní, Abric Agut, Molí del Salt y La Cativera. En estos yacimientos, el tamizado con agua se realiza sobre el sedimento después de haber recogido los carbones a mano.

II.5.1.3. FLOTACIÓN

La flotación es un sistema de separación de material que se realiza con máquinas de flotación o de forma manual. Esta última se realiza depositando el sedimento en un recipiente con agua, removiendo el residuo y recogiendo los restos que flotan con ayuda de un colador. La flotación aumenta el grado de fragmentación de los carbones, sin embargo es extremadamente útil ya que separa directamente el material que flota del sedimento. A pesar de la sobrefragmentación la cuantificación en número de fragmentos no se ve afectada por este hecho tal y como muestra Chabal (1997) en una experiencia sobre yacimientos arqueológicos de cronologías recientes. En la Balma del Gai, además de la recogida manual sistemática de los carbones, se procedió al tamizado por flotación manual del sedimento.

II.5.1.4. RECOGIDA MANUAL

Es una técnica que se ha utilizado en todos los yacimientos estudiados para los carbones mayores de aproximadamente 4 mm y otros de menor tamaño que se ven durante el proceso de excavación. La recogida sistemática de los carbones se realiza en excavaciones programadas donde además se tamiza el sedimento. En yacimientos prehistóricos, Paleolítico hasta el Neolítico se suele utilizar un sistema de registro tridimensional que permite localizar los carbones por lo menos dentro de cada una de las cuadrículas. En las excavaciones en las que se utiliza un sistema de excavación en cuadrículas, la recogida sistemática de carbones a mano puede aportar datos sobre la distribución espacial por especies. Como veremos más adelante esta es la mejor manera de recoger los carbones en ciertos yacimientos, por la conservación de éstos y por que así se obtienen datos sobre la dispersión de los carbones, que junto a la distribución del resto de material nos ofrece información tanto estratigráfica como arqueológica. En yacimientos con cronologías del Pleistoceno Superior en ocasiones es imprescindible este tipo de muestreo, ya que la friabilidad de los carbones no nos permitiría recuperarlos en un proceso de tamizado Théry-Parisot (1998).

La recogida de los carbones tiene una implicación directa en la cuantificación y en el significado de los resultados obtenidos (Chabal, 1988a, 1988b, 1997; Jones, 1991). En yacimientos protohistóricos y de la prehistoria reciente, los autores parecen coincidir en que se deben separar los carbones concentrados de los dispersos, ya que el resultado antracológico es diferente (Figueiral, 1992; Grau, 1992). Así pues, en una concentración encontraremos los restos de una última combustión y por lo tanto no sería posible realizar una interpretación paleoecológica, en cambio los carbones dispersos producto de numerosas combustiones realizadas durante un largo tiempo permiten obtener variabilidad en el registro y por lo tanto una interpretación paleoecológica (Heinz, 1990; Chabal, 1992).

La recogida de carbones en un yacimiento implica varios aspectos en los que hay que tener en cuenta el tipo de depósito, las condiciones de conservación del material y los objetivos del estudio. Teniendo en cuenta estos aspectos se elegirá un sistema adecuado que proporcionará la máxima información posible. Con el objetivo de comparar cuantitativamente los resultados de unos y otros yacimientos lo mejor es utilizar la misma metodología de muestreo en todos los yacimientos. A pesar de la importancia de este hecho y la dedicación de muchos autores a este tema en la mayor parte de publicaciones el dato sobre la procedencia de los carbones y el tipo de muestreo utilizado no se menciona (ver cap. II.2.).

II.5.2. La cuantificación del registro

Uno de los intereses de todos los especialistas es la forma en que los residuos de combustión deben ser cuantificados, pues de ello depende la interpretación del registro antracológico (Chabal, 1988b; Chabal, 1997; Hastorf y Popper, 1988, Piqué, 1999b, 1999c). En principio, la mayor parte de éstos coinciden en la dificultad que supone tratar los fragmentos de carbón como elementos cuantificables en sí mismos y con un significado ecológico cuantitativo determinado, ya que no sabemos si un carbón proviene de la fragmentación de uno más grande o bien de la reducción de masa de una rama o un árbol entero. Dos posibles modos de cuantificar se han utilizado hasta ahora: el número de fragmentos y la masa (Chabal, 1988b).

El número de fragmentos ha sido utilizado por la mayoría de autores, a pesar de que el problema que puede ofrecer, es más fácil y rápido que pesar los fragmentos uno a uno. Con el fin de establecer la representatividad de la muestra contando fragmentos, Chabal (1992, 1997) realiza lo que denomina *ley estadística de fragmentación* que aplica a yacimientos protohistóricos y establece que el estado de fragmentación es

independiente del taxón y en consecuencia los porcentajes pueden expresarse tanto en masa como en número de fragmentos, teniendo en cuenta que se haya realizado un buen muestreo y se estudie un número representativo de fragmentos.

Si utilizamos los datos en frecuencias relativas debemos tener en cuenta que éstos no reflejan la frecuencia absoluta de los taxones en el medio pero si permiten plantear hipótesis para la interpretación tanto ecológica como sobre la gestión del combustible, ya que relacionan las frecuencias relativas de cada taxón en el seno de un mismo depósito (Chabal, 1992).

Por su parte, Thompson (1994) piensa que si se utiliza el número de fragmentos como unidad de medida la importancia de los más pequeños está sobrerrepresentada y que el peso depende de las características de cada madera. Además señala que el tamizado por flotación fragmenta demasiado los carbones.

El cálculo a partir de la masa ha sido utilizado con el objetivo de comparar y validar los datos obtenidos a partir de la cuantificación por número de fragmentos (Krauss-Marguet, 1981; Chabal, 1988b; 1992; Piqué, 1999c). Algunos autores consideran que a menudo la masa tampoco es buena solución, porque a menudo los fragmentos tienen sedimento incrustado y el peso puede aumentar o disminuir según el estado del fragmento (Scheel-Ybert, 1998). En algunos trabajos realizan tests de correlación entre la masa y el peso para determinar el grado de fragmentación y concluye que existe una buena correlación entre ambos factores (Chabal, 1988b, 1992; Piqué, 1999a),

Otros autores han utilizado los datos en relación con la presencia / ausencia de los taxones (Willcox, 1974, 1992a, 1992b; Kreuz, 1992; Asouti y Hather, 2001). Piqué (1998) aplicando pruebas estadísticas utiliza únicamente la presencia para la interpretación de los datos desde una perspectiva paleoecológica. En estos casos los datos tienen un carácter cualitativo y no cuantitativo. El cálculo de la frecuencia con que se repite cada taxón en cada muestra (ubicuidad) también ha sido utilizado por diversos autores con el objetivo de interpretar la relación de preferencia de unos taxones respecto a otro sobretodo en yacimientos del Próximo Oriente (Willcox 1974, 1992b; Thiébault, 1995; Piqué, 1998; Asouti y Hather, 2001).

Si queremos expresar las relaciones de abundancia o escasez de un taxón debemos considerar alguna de las formas de cuantificar, y utilizar la que sea más apropiada a nuestro registro, teniendo en cuenta las características del muestreo y del depósito. Además, coincidimos con D. Pearsall (1988) que considera que: *"Whatever*

quantitative approach one uses, a reliable interpretation of results depends on understanding the processes that led to deposition and preservation of remains” (pp. 97). Desde una perspectiva similar Piqué (1999b) señala también que el planteamiento de hipótesis antes de la excavación y estudio de los materiales es lo que nos conducirá a una interpretación correcta de los resultados y una buena decisión del método cuantitativo que utilicemos.

Para los registros que estudiamos en este trabajo nos parece que ambos métodos, la presencia/ ausencia y las frecuencias relativas de los registros, sea en masa o número de fragmentos, nos resuelven aspectos diferentes de la interpretación. Las frecuencias relativas son interesantes para observar variaciones de un taxón a través del tiempo. Si utilizásemos únicamente la presencia/ausencia, no podríamos contrastar las diferencias biogeográficas que definen cada uno de los yacimientos. Por ejemplo, *Quercus* sp. caducifolio está presente en el nivel A de La Cativera, yacimiento localizado a 50 m snm, pero los taxones más significativos (en frecuencias relativas) de este nivel son *Pinus* tipo *halepensis* y *Quercus* sp. perennifolio. Los mismos taxones están también presentes en el registro del nivel II de La Guineu a 800 m snm. Si considerásemos únicamente la presencia, las características generales de la vegetación o las estrategias de explotación del combustible serían las mismas entre uno y otro contexto biogeográfico. En un estudio diacrónico, si no tenemos en cuenta las frecuencias relativas hay muchos aspectos de la dinámica de la vegetación que no son comprensibles, ya que muchas veces las variaciones de ciertos taxones son los indicadores de un cambio y no la aparición o desaparición de los taxones. La frecuencia relativa es una relación entre diferentes muestras y no representa directamente los porcentajes de cada taxón en el medio, ya que existen otros factores que intervienen en la interpretación (Chabal, 1992). Por otra parte, si queremos expresar los datos teniendo en cuenta aspectos cualitativos que pueden repetirse es interesante la utilización de relación presencia/ausencia.

Por lo que respecta a la aplicación de la estadística, en antracología se ha utilizado para resolver problemas metodológicos o relacionados con la interpretación de un registro (Machado, 1994; Rodríguez *et al.*, 1996; Chabal, 1997; Piqué, 1998). En este trabajo no hemos utilizado excesivamente las pruebas estadísticas, ya que a menudo las características de las variables eran poco significativas en si mismas. Por una parte, en el capítulo III.7., hemos realizado un dendograma a partir del análisis de clusters de los datos representados en el diagrama antracológico de La Guineu. Por otra parte, en el capítulo IV.1., hemos realizado Análisis de Correspondencias para sintetizar gráficamente los datos de los yacimientos estudiados con el resto procedente de otras publicaciones. Ambos análisis han sido realizados con la versión

de msdos de “tilia”, que en su origen es un programa para la representación gráfica de diagramas polínicos.

II.5.3. Número mínimo de carbones

La interpretación de los resultados del análisis antracológicos, tanto si tienen objetivos paleoecológicos como paleoeconómicos necesita de un sistema de cuantificación que permita comprobar su fiabilidad. Hay que conocer pues qué significado tiene el espectro obtenido y, ya que se trata de una muestra, debemos establecer cual es el número mínimo de carbones a estudiar. *A priori* consideramos que para realizar un estudio considerando el carbón como un artefacto arqueológico, deberíamos estudiar todos los fragmentos y establecer el límite a partir del tamaño, tal y como se plantea la recogida para otro tipo de materiales.

Todos los autores que han aplicado o desarrollado programas o formas de cuantificar coinciden en que debe haber un número mínimo de carbones a estudiar. Heinz (1990) considera que en yacimientos holocenos debe estudiarse un mínimo de entre 250 y que a partir de 800 tendremos una estabilidad en las curvas de representatividad taxonómica. Según varias autoras (Heinz, 1990; Figueiral, 1992; Badal, 1992), si analizamos un número mínimo que oscila entre 250 y 500 obtendremos un espectro suficiente que nos permitirá la interpretación de dicho registro. Las curvas realizadas tienden a estabilizarse a partir de los 200 fragmentos aproximadamente y durante los primeros 50 fragmentos analizados tenemos casi un 50% de los taxones que aparecerán.

Los factores que determinan la diversidad taxonómica son: la complejidad de la asociación vegetal, los patrones de explotación del combustible, el tipo de ocupación, la procedencia de los carbones (dispersos o concentrados), el área muestreada y finalmente del azar. Parece evidente que el número mínimo de carbones analizados para obtener un máximo de taxones identificados por Uzquiano (1992) o Bazile-Robert (1982) llegue a ser estable a partir de 100 carbones, ya que en los registros de yacimientos paleolíticos las condiciones ambientales y el tipo de ocupaciones provocan una débil variabilidad. Los residuos de combustión de estos yacimientos son fruto de ocupaciones de corta duración en formaciones vegetales pobres. Si consideramos los datos de los yacimiento de Paleolítico Medio de Cataluña, la mitad de los yacimientos no superan los cinco taxones y únicamente en tres yacimientos el número de taxones es superior independientemente del número de fragmentos (Figura II.5.1.). En el caso concreto del nivel Ja del Abric Romani, únicamente se han determinado dos taxones después de estudiar más de quinientos fragmentos y la

curva se mantiene estable hasta el final, ya que solamente se ha recuperado un solo fragmento del segundo taxón (Figura II.5.2.). En los yacimientos epipaleolíticos la mayoría de resultados no supera los diez taxones independientemente del número de fragmentos estudiados, las excepciones se producen en yacimientos particulares en sí mismos, debido al registro que ofrecen como Font del Ros y otros yacimientos con cronologías de transición entre el Tardiglaciario y el Postglaciario cuya variabilidad aumenta por las características de las formaciones vegetales (Figura II.5.3.) En la Balma del Gai, la mayoría de taxones se determinan antes de los primeros cincuenta y a partir de 200 fragmentos solo se identifican hasta dos especies más (Figura II.5.4.). Finalmente, en yacimientos Postglaciarios donde las formaciones vegetales asumen una máxima complejidad, las curvas tienden a estabilizarse entre 300 y 500 fragmentos aproximadamente tal y como establecen las autoras anteriormente citadas (Heinz, 1991). Estos yacimientos tienen alguna excepción que depende de las características del yacimiento, en alguno de los casos observamos que en un estudio de más de 500 fragmentos únicamente se obtuvieron 4 taxones (Figura II.5.5., Figura II.5.6.). En el nivel II de La Guineu, los once primeros taxones aparecen antes de llegar a los 100 fragmentos y hasta más de 600 estudiados aparecen 5 taxones más (Figura II.5.7.).

Otra consideración que queremos y que trataremos con detalle en los apartados siguientes es la relación de la recogida manual con el resultado obtenido tanto cuantitativa como cualitativamente. Si tenemos en cuenta la recogida del material nos damos cuenta que la producción de fragmentos es menor si los carbones se han recogido a mano, ya que no se ha permitido la fragmentación artificial producida por las técnicas de tamizado. Si recogemos carbones a mano como en el nivel 4.7c del Abric Agut o en la Balma del Gai nos encontramos ante un número inferior de fragmentos que si los hubiésemos dejado fragmentar y recuperado en el tamiz posteriormente. Así que en el momento de cuantificar, el número es mucho más reducido y el número mínimo de carbones nunca llegará sobrepasar los 200 carbones sobre todo en yacimientos donde los carbones no son abundantes. Otros autores (Bonet y Piqué, 1995) también dan preferencia a la recogida manual sistemática, ya que en el lavado de sedimento los carbones producen partículas pequeñas de difícil identificación y por ello el número de indeterminables es alto.

De hecho, lo que consideramos que realmente provoca las diferencias es el producido por los diferentes tipos de ocupaciones y las diferentes formaciones vegetales, frente a las que nos encontramos que pueden definir el número de taxones que obtenemos.

[Figura II.5.1. Relación entre el número de taxones y el número de fragmentos en yacimientos del Paleolítico. Pag. 137](#)

[Figura II.5.2. Relación del número de fragmentos y el número de taxones del Ja del Abric Romani \(Paleolítico Medio\). Pag. 137](#)

[Figura II.5.3. Relación entre el número de fragmentos y el número de taxones en yacimientos epipaleolíticos. Pag. 138](#)

[Figura II.5.4. Relación del número de fragmentos y el número de taxones de la talla 150-base de la Balma del Gai \(Epipaleolítico\). Pag. 138](#)

[Figura II.5.5. Relación entre el número de fragmentos y el número de taxones en yacimientos neolíticos. Pag. 139](#)

[Figura II.5.6. Relación entre el número de fragmentos y el número de taxones en yacimientos de la Edad del Bronce. Pag. 139](#)

[Figura II.5.7. Relación del número de fragmentos y el número de taxones del nivel II de La Guineu \(Neolítico antiguo\). Pag. 140](#)

El número de taxones sigue una tendencia general en cada una de las cronologías dependiendo de los factores señalados más arriba. Debemos considerar también el factor de que la precisión de la determinación por cada uno de los autores es variable. Cuanto más precisa sea, más variabilidad taxonómica encontramos, aunque este hecho debemos considerarlo poco importante, se tiene que tener en cuenta. Los autores que distinguen, por ejemplo, las especies entre los *Prunus*, *Acer*, Maloideae, etc, obtienen un mayor número de taxones.

II.5.4. Problemas cuantitativos en los yacimientos estudiados: la recogida manual y la cuantificación

En excavaciones de yacimientos prehistóricos, sistemáticas y programadas, apoyadas en programas de investigación, el tamizado de las muestras con cualquiera de las técnicas, o por lo menos la recogida del sedimento es algo habitual. La tendencia ha sido siempre recoger los carbones a mano, en un principio, este hecho estaba relacionado por una parte con las dataciones C^{14} y el cuidado que se debía tener en relación con la contaminación de las muestras y por otra parte por el tipo de excavación en el que todo el material visible durante la excavación se recoge y se coordina según unos ejes cartesianos.

Seguidamente discutiremos los aspectos relacionados directamente con los yacimientos estudiados para valorarlos cuantitativamente y comprobar si se puede interpretar desde cualquier perspectiva la relación de las frecuencias relativas que hemos obtenido. En principio se ha utilizado en todos los yacimientos el número de fragmentos como unidad de medida y únicamente hemos optado por la masa en la Balma del Gai, para comprobar si los datos obtenidos en primera instancia eran válidos.

Los carbones de los yacimientos estudiados en este trabajo han sido objeto en primer lugar de una recogida manual. También en todos ellos se ha realizado un tamizado del residuo (sedimento) por flotación manual, tamizado en seco o tamizado con agua con una malla de 0.5 y 0.2 mm en los casos donde existe este residuo. En algunos yacimientos o niveles el tamizado del residuo no ha aportado muchos más fragmentos, siendo la recogida manual suficiente. En ocasiones lo único que ha producido es un aumento en el número de indeterminables. En las Fuentes de San Cristóbal, Molí del Salt y La Cativera, los depósitos y características sedimentológicas provoca alteraciones significativas que afectan la friabilidad de los carbones, este hecho también se observa en los análisis tafonómicos del estudio de los restos óseos. En estos casos si la recogida no es manual los fragmentos son casi

irrecuperables en el tamiz, y además el pequeño tamaño más la alteración impide muchas veces la determinación precisa.

Los motivos de este tipo de recogida no ha sido planteada intencionadamente para la recogida del material antracológico, sino provocada por el sistema habitual en una excavación arqueológica, en la que se recoge y coordena todo el material que se encuentra durante la excavación y posteriormente se tamiza el sedimento que se recoge en su totalidad. Este planteamiento en la excavación tiene diferentes objetivos metodológicos con el fin de interpretar los resultados. Para un arqueólogo, supone una contradicción no recoger a mano el material arqueológico cualquiera que sea su condición. Dejar que el material se rompa, cuando de lo que se trata es de pegar, remontar los fragmentos supone una incoherencia desde este punto de vista arqueológico. Por otra parte, sobre todo en prehistoria, la localización tridimensional de los materiales recuperados es un trabajo indispensable para la interpretación de las actividades que se desarrollan en el yacimiento. Así que dejar de lado los carbones para que sufran una fragmentación durante el lavado del sedimento y no localizarlos con coordenadas x, y, z, parece un inconveniente. M. T. Ros (1985) señala que los carbones estudiados en ese trabajo están recogidos a mano y que el residuo está tamizado después para completar cuantitativamente los resultados. De hecho cuando propones (aunque sea de forma experimental) a un arqueólogo que deje los carbones para recuperarlos en el tamiz, dice que por lo menos necesita coordinarlos por si indican algo con relación a su localización para poder interpretarlo en términos espaciales. En ese caso, señalar la localización del objeto y luego no recogerlo es un error ya que se perdería la información sobre el taxón.

La recogida manual implica según muchos especialistas una selección de los fragmentos más grandes y en consecuencia errores cuantitativos importantes. Aunque algunos estudios realizados a partir de esta perspectiva han demostrado la validez de la recogida manual para realizar un estudio espacial con el objetivo de hacer interpretaciones con relación a los usos del combustible (Thiébaud, 1995). Consideramos que una recogida manual rigurosa puede aportarnos datos significativos para el planteamiento de interpretaciones desde otras perspectivas. Así pues, intentaremos determinar como a partir de una recogida manual los datos también son válidos y comparables entre sí.

En un ensayo realizado por L. Chabal (1982), compara entre la recogida manual de la muestra y el tamiz, concluyendo que el tamiz produce el doble de fragmentos que la recogida manual y que los porcentajes que resultan de la recogida manual y de la

suma del tamiz y la recogida manual ofrecen aproximadamente los mismos resultados.

En definitiva, la recogida manual evita la fragmentación producida durante el tamizado y reduce el número de fragmentos, permite la comparación con el resto de materiales arqueológicos, permite el estudio tafonómico más estricto y una mejor identificación, ya que los fragmentos son de mayor tamaño y no desaparecen los más frágiles. A pesar de ello siempre tiene que considerarse la fracción procedente del tamiz ya que es ahí donde se obtienen las especies más raras (Chabal, 1992). Además es muy importante tener en cuenta el período cronológico en el que trabajamos, ya que dependiendo de ello y de las técnicas de excavación los carbones no deben recogerse a mano.

II.5.4.1. LA RECOGIDA MANUAL EN EL ABRIC ROMANÍ

En el Abric Romaní las razones de la recogida manual está ligada al tipo de excavación y a la friabilidad de los carbones. Además este tipo de recogida facilitará estudios morfométricos con objetivos bioclimáticos y taxonómicos, ya que los fragmentos son de mayor tamaño y en un mismo fragmento pueden observarse más caracteres anatómicos. También permite la comparación espacial respecto al resto de objetos, a pesar de que únicamente se ha identifica una especie.

El sedimento fino del Abric Romaní, permite con un simple pincel o soplando con un tubo de plástico excavar los niveles y de este modo puede individualizarse bien cada fragmento y recogerlos. Así que no existe una destrucción como puede producirse en excavaciones que son más rápidas o con sedimentos más duros.

II.5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA BALMA DEL GAI

La dificultad para distinguir niveles de ocupación en este yacimiento hace que la precisión con que esté localizado el material sea aún más importante que en otros yacimientos así como las diferencias en las frecuencias relativas, significativas para interpretar la dinámica del paisaje vegetal y la relación con las ocupaciones que tienen lugar en el yacimiento (ver Capítulo III.4.). Pretendemos comprobar la fiabilidad del registro comparando los resultados con diferentes técnicas cuantitativas teniendo en cuenta la forma en que se ha recogido.

El material recuperado para el análisis antracológico de la Balma del Gai procede tanto de la recogida manual de fragmentos de entre 4 y 6 mm y del tamizado por flotación manual. Los fragmentos recogidos a mano no han sufrido el mismo grado de fragmentación que los flotados y ello supone una diferencia en el resultado

obtenido. Es decir que si consideramos todos los fragmentos sumados en las tallas donde se hayan sumado los carbones del tamiz y los recogidos a mano existirá una diferencia cuantitativa con relación a las tallas, donde esta suma no se haya realizado debido a la falta de carbones. Este problema cuantitativo se nos planteó al realizar una tabla de resultados separando unos datos de otros en un principio para toda la secuencia (Tabla II.5.1.). A pesar de que si realizamos un diagrama con los datos acumulados y otro con los datos únicamente de la recogida manual, las curvas taxonómicas no varían demasiado. Es posible que exista un problema ligado a la fragmentación, que hace que los porcentajes de algunas especies sean inversos al realizar la cuantificación de los fragmentos recogidos a mano o de los fragmentos del tamizado. Si realmente existiese un problema de fragmentación el diagrama no sería representativo de la evolución de cada taxón ya que podría haber una sobrerrepresentación debido a un factor desconocido. Para resolverlo hemos repartido y simplificado los resultados lo máximo posible con el objetivo de observar si en una cuadrícula concreta hay un problema de sobrerrepresentación o infrarepresentación.

Para explicar los resultados de las muestras utilizaremos únicamente los datos de las tallas 141-150 y 151-base de donde se analizaron los carbones recogidos a mano y procedentes de la flotación manual de los sedimentos. Los fragmentos recogidos a mano tienen un tamaño aproximado de entre 4 mm y 6 mm en cambio los de los sedimentos son los de la malla de 2 mm. Para observar las diferencias en los porcentajes de cada una de las tallas del yacimiento hemos expresado los resultados en varias categorías: número de fragmentos del tamiz, número de fragmentos de la recogida manual, número total de número de fragmentos, masa del tamiz, masa de la recogida manual, total masa (Tabla II.5.1. Tabla II.5.2.).

En la talla 141-150 se recogieron de forma manual 138 fragmentos carbones procedentes de siete cuadrículas. Por lo que respecta al tamiz se han estudiado 138 fragmentos procedentes de 3 cuadrículas. La masa total de estos fragmentos es de 12,289 gr, de los que 1,520 gr corresponde al residuo del tamiz. En la talla 151-base 106 fragmentos proceden de la recogida manual y 198 del tamiz que corresponden a una masa de 5,291 gr. y 2,516 gr respectivamente.

En la tabla podemos observar en primer lugar que el número de taxones varía demasiado entre la recogida manual y el tamiz, ya que encontramos especies raras como *Clematis* o Maloideae y *Sambucus* en el material recogido manualmente. Sin embargo, en la talla inferior 151-base hay un mayor número de especies raras en el tamiz. Así que para obtener el registro total debe estudiarse el total del conjunto de la recogida manual como del tamiz.

Una segunda cuestión es considerar qué frecuencias relativas reflejan la recogida manual con respecto al tamiz en número de fragmentos y masa. Observamos en ambas tallas que los porcentajes de los cuatro taxones principales *Pinus t. sylvestris*, *Acer*, *Rhamnus cathartica/saxatilis* y *Prunus* varían de forma diferente. *Pinus t. sylvestris* en la talla 141-150 representa entre un 40 y un 56% del total en cada una de las categorías y en la talla 151-160 entre una 47 y un 56%. Por su parte *Acer* representa en la talla 141-150 desde un 6.7 a un 17% y en la talla 151-base de un 2.5 en número de fragmentos del tamiz hasta un 20% en el total de la masa. *Prunus* varía de un 14 a un 18% en la talla 141-150 y de un 10% a un 25 % en 151-base y finalmente *Rhamnus* de un 10 a un 19% en la talla 141-150 y de un 2% a un 4% en la talla inferior (Tabla II.5.1. Tabla II.5.2.).

A primera vista parece muy importante sobre todo las variaciones de *Acer* en ambas tallas ya que tienen diferencias de hasta un 10 por ciento. Cabe suponer que al recogerlos a mano, y no dejar que se fragmenten de la misma forma se produzcan diferencias de fragmentación. Este hecho podría ser debido a su estado de conservación, a las características concretas de cada especie y al proceso de combustión. También observamos que el número de fragmentos de *Pinus typus sylvestris* es bastante elevado en la fracción del tamiz, lo cual puede suponer una sobrefragmentación durante este proceso que no afecte a todas las especies por igual. Esto hace que las frecuencias relativas sean más elevadas en el tamiz que en la recogida manual. Por el contrario, *Acer* sp. es una especie más resistente durante el proceso de combustión por lo que los fragmentos que produce son mayores y se fragmenta menos. Todo ello debería ser contrastado en el curso de un trabajo experimental sobre estas especies. De todos modos las frecuencias relativa totales parecen aproximarse a la masa total que es la frecuencia real, ya que con ello eliminamos el factor fragmentación. Así pues podemos considerar válidos los resultados y cuantificar a partir de las frecuencias relativas, ya sea en número de fragmentos o en masa.

Balma del Gai. Talla 141-150												
Taxón	Tamiz		Manual		Total n° frags.		Tamiz		Manual		Total Masa	
	n° frags	%	n° frags	%	n° frag	%	Masa gr.	%	Masa gr.	%	Masa gr.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>sylvestris</i>	78	56,5	56	40,6	134	48,55	0,676	44,5	4,403	40,9	5,079	41,33
<i>Juniperus</i> sp.	1	0,7	4	2,9	5	1,81	0,189	12,4	0,159	1,5	0,348	2,83
<i>Acer</i> sp.	12	8,7	23	16,7	35	12,68	0,102	6,7	2,014	18,7	2,116	17,22
<i>Clematis</i> sp.	0	0,0	1	0,7	1	0,36	0,000	0,0	0,003	0,0	0,003	0,02
<i>Prunus</i> sp.	23	16,7	26	18,8	49	17,75	0,218	14,3	1,652	15,3	1,870	15,22
<i>Rhamnus cathar./sax</i>	16	11,6	15	10,9	31	11,23	0,292	19,2	1,421	13,2	1,713	13,94
Rosaceae/Maloideae.	0	0,0	1	0,7	1	0,36	0,000	0,0	0,276	2,6	0,276	2,25
<i>Sambucus</i> sp.	1	0,7	1	0,7	2	0,72	0,002	0,1	0,021	0,2	0,023	0,19
Conifera indet.	1	0,7	1	0,7	2	0,72	0,010	0,7	0,033	0,3	0,043	0,35
Cf. <i>Viburnum</i>	0	0,0	1	0,7	1	0,36	0,000	0,0	0,023	0,2	0,023	0,19
Indeterminable	6	4,3	9	6,5	15	5,43	0,031	2,0	0,764	7,1	0,795	6,47
Total	138	100	138	100	276	100	1,520	100	10,769	100	12,289	100

Tabla II.5.1. Resultados del análisis antracológico de la Balma del Gai

Balma del Gai. Talla 150-base												
Taxón	Tamiz		Manual		Total n° frags		Tamiz		Manual		Total Masa	
	n° frags	%	n° frags	%	N° frags	%	Masa gr.	%	Masa gr.	%	Masa gr.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>sylvestris</i>	111	56.1	56	52.8	167	54,93	1,182	47,0	2,957	55,9	4,139	53,0
<i>Pinus</i> tipo <i>sylv/uncinata</i>	1	0.5	0	0.0	1	0,33	0,002	0,1	0,000	0,0	0,002	0,0
<i>Juniperus</i> sp.	9	4.5	2	1.9	11	3,62	0,052	2,1	0,108	2,0	0,160	2,0
<i>Acer</i> sp.	5	2.5	18	17.0	23	7,57	0,157	6,2	1,442	27,3	1,599	20,5
<i>Betula</i> sp.	4	2.0	2	1.9	6	1,97	0,035	1,4	0,000	0,0	0,035	0,4
Populus/Salix	1	0.5	0	0.0	1	0,33	0,007	0,3	0,000	0,0	0,007	0,1
<i>Prunus</i> sp.	51	25.8	16	15.1	67	22,04	0,667	26,5	0,577	10,9	1,244	15,9
<i>Rhamnus cath/saxatilis</i>	9	4.5	6	5.7	15	4,93	0,074	2,9	0,117	2,2	0,191	2,4
Rosaceae/Maloi deae	1	0.5	0	0.0	1	0,33	0,021	0,8	0,000	0,0	0,021	0,3
<i>Sambucus</i> sp.	1	0.5	0	0.0	1	0,33	0,001	0,0	0,000	0,0	0,001	0,0
Angiosperma indet.	1	0.5	2	1.9	3	0,99	0,003	0,1	0,000	0,0	0,003	0,0
Conifera indeterminable	1	0.5	2	1.9	3	0,99	0,018	0,7	0,000	0,0	0,018	0,2
Indeterminable	3	1.5	2	1.9	5	1,64	0,297	11,8	0,090	1,7	0,387	5,0
Total	198	100	106	100	304	100	2,516	100	5,291	100	7,807	100

Tabla II.5.2. Resultados del análisis antracológico de la Balma del Gai

II.5.4.3. LA COVA DE LA GUINEU: RECOGIDA MANUAL Y TAMIZADO EN SECO

En La Guineu los carbones que se ven durante la excavación se recogen a mano y el sedimento se tamiza en seco en el mismo yacimiento, los residuos que quedan sobre la malla y los que pasan a través de esta se guardan. Debido a la falta de recursos todavía no se ha realizado el tamizado de todo el sedimento. Sin embargo debido al gran número de restos recuperados del tamiz en seco nos parece que el estudio de la fracción procedente del residuo que queda no proporcionará una mayor comprensión de los resultados obtenidos. El objetivo de la recogida manual de los carbones en La Guineu es realizar una distribución espacial del material y compararlo con el resto del registro, con el fin de entender la distribución de los carbones y su relación con el restos de materiales. Además, la compleja estratigrafía que presenta un yacimiento de

estas características hace que sea imprescindible registrar el material de la forma más precisa posible.

En la Cova de la Guineu la mayor parte de los carbones visibles durante la excavación se recogieron a mano y después se procedió al tamizado en seco del sedimento. Los carbones analizados del tamiz y la recogida manual tienen un tamaño similar ya que la fracción analizada del tamiz era de 2mm. Si observamos los resultados obtenidos en el nivel Ic de este yacimiento podemos observar que los porcentajes del tamiz, de la recogida manual y la suma de ambos presenta resultados muy similares y poco distorsionados (Tabla II.5.3.). Probablemente este hecho esté influido por el mayor número de fragmentos analizado que hace que representen una curva estable a partir del registro de ambas formas de muestreo. Con relación a la presencia de taxones, encontramos que un muestreo con recogida manual exhaustiva permite la obtención de la mayoría de taxones, a pesar de que los taxones con menos de 3 fragmentos en el tamiz están ausentes en la recogida manual. Además observamos que la media de los resultados entre un tipo de recogida y otro se aproxima más al total que hemos considerado para la interpretación final. Este hecho confirmaría la necesidad de realizar un tamizado del sedimento, a pesar de que la recogida manual sea sistemática.

Si tenemos en cuenta el trabajo de Badal (1992) en el que analizó los residuos de la malla 2 mm y la de 5 mm obteniendo los mismos resultados, probablemente los resultados del tamizado del sedimento residual corresponderían a la malla 2 mm y por lo tanto el resultado sería comparable al obtenido hasta ahora.

Si el número de recogidos a mano y tamiz es muy elevado y el tamaño de los fragmentos más próximo, los porcentajes de una y otra muestra es más equilibrada (Tabla II.5.3.). Si en cambio, el tamaño difiere y el número de fragmentos es menor también los porcentajes pueden ser diferentes y encontraremos problemas como en el Gai. Si la mayor parte de fragmentos provienen del tamiz, como en La Catierra consideraremos el porcentaje a partir del total en número de fragmentos.

En definitiva podemos recoger a mano el material antracológico siempre que sea factible una recogida sistemática. Sin embargo debemos tamizar el residuo del sedimento y analizar el material que salga del tamiz en los casos donde haya residuo, los resultados de ambas fracciones pueden sumarse para tener el total de taxones observados. Debemos considerar también que la recogida manual es en muchas ocasiones imprescindible en depósitos en los que las condiciones de conservación de los carbones no son buenas y un tamizado los destruiría completamente. Para cada

yacimiento hay que plantear los problemas concretos para solucionar el muestreo obteniendo máximos resultados cuantitativos y cualitativos. El motivo de la recogida manual en yacimientos del Paleolítico y Epipaleolítico está relacionado sobre todo con la friabilidad de los fragmentos, ya que sus características facilitan una hiperfragmentación y puede perderse parte del material. Además la mayor parte de fragmentos se recuperan en la malla de 2 mm, por lo que la determinación puede reducirse sobretodo en carbones alterados.

Cova de la Guineu. Nivel Ic						
taxones	Recogida Manual		Tamiz en seco		Total	
	Nº frags.	%	Nº frags	%	Nº frags.	%
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	127	35,1	394	35,4	521	35,3
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	99	27,3	214	19,2	313	21,2
<i>Acer</i> sp.	46	12,7	96	8,6	142	9,6
Indeterminable	21	5,8	61	5,5	82	5,6
<i>Pinus</i> tipo mediterraneo	20	5,5	108	9,7	128	8,7
<i>Quercus</i> sp.	14	3,9	46	4,1	60	4,1
<i>Taxus baccata</i>	7	1,9	26	2,3	33	2,2
<i>Arbutus unedo</i>	5	1,4	40	3,6	45	3,1
Rosaceae/Maloideae	5	1,4	10	0,9	15	1,0
<i>Rhamnus/Phillyrea</i>	4	1,1	36	3,2	40	2,7
conifera indeterminable	2	0,6	0	0,0	2	0,1
Leguminosae	2	0,6	18	1,6	20	1,4
<i>Prunus</i> sp.	2	0,6	8	0,7	10	0,7
<i>Viburnum tinus</i>	2	0,6	2	0,2	4	0,3
cf. <i>Myrtus</i>	1	0,3	1	0,1	2	0,1
<i>Corylus avellana</i>	1	0,3	0	0,0	1	0,1
<i>Erica</i> sp.	1	0,3	24	2,2	25	1,7
<i>Ficus carica</i>	1	0,3	5	0,4	6	0,4
Indeterminado	1	0,3	1	0,1	2	0,1
<i>Juniperus</i> sp.	1	0,3	4	0,4	5	0,3
Caprifoliaceae	0	0,0	3	0,3	3	0,2
<i>Clematis</i> sp	0	0,0	1	0,1	1	0,1
<i>Hedera</i> sp.	0	0,0	2	0,2	2	0,1
<i>Ilex aquifolium</i>	0	0,0	3	0,3	3	0,2
Labiataeae	0	0,0	1	0,1	1	0,1
<i>Laurus nobilis</i>	0	0,0	2	0,2	2	0,1
<i>Lavandula</i> sp.	0	0,0	1	0,1	1	0,1
Caprifoliaceae t. <i>Lonicera</i> sp.	0	0,0	3	0,3	3	0,2
<i>Tamarix</i> sp.	0	0,0	2	0,2	2	0,1
Total	362	100	1112	100	1474	100

Tabla II.5.3. Resultados del análisis del nivel Ic de La Guineu