



Universitat de Lleida

## L'exploració dels recursos vegetals a la plana occidental catalana durant la protohistòria a partir de l'anàlisi antracològica (III-I mil·lenni)

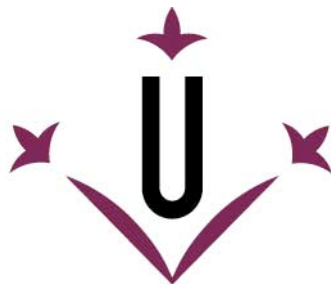
Sílvia Vila Moreiras

<http://hdl.handle.net/10803/664846>

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



**Universitat de Lleida**

**TESI DOCTORAL**

**L'exploració dels recursos vegetals a la plana  
occidental catalana durant la protohistòria a  
partir de l'anàlisi antracològica  
(III-I mil·lenni)**

Sílvia Vila Moreiras

Memòria presentada per optar al grau de  
Doctora per la Universitat de Lleida  
Programa de Doctorat en Territori, Patrimoni i Cultura

Directores  
Natàlia Alonso Martínez  
Raquel Piqué i Huerta

Tutora  
Natàlia Alonso Martínez

Lleida, 2018



# CAPÍTOL 3



MÈTODE ANTRACOLÒGIC

Imatge: Conífera del camp familiar, Vilanova de Segrià (primavera del 2017).

## CAPÍTOL 3. MÈTODE ANTRACOLÒGIC

La relativa “joventut” de la disciplina antracològica implica que la seva metodologia encara estigui en procés de construcció, i per tant en constant evolució. En les darreres dècades, a banda d’identificar la taxonomia dels fragments de carbó, la reflexió i revisió sobre aquesta disciplina, i l’aplicació de nous mètodes, ha produït un important avenç, beneficiant tant a la seva interpretació paleoambiental com paleoeconòmica.

Com s’esmenta anteriorment (apartat 1.1), el material antracològic analitzat en el present estudi procedeix de tres jaciments arqueològics -Minferri, Vilars i Estinclells-, la metodologia i els resultats dels quals es presenten i discuteixen de diverses maneres. En aquest capítol s’exposa la metodologia antracològica, en el següent (capítol 4), es presenta la discussió metodològica dels resultats sobre el nombre mínim de fragments analitzats per mostra dels tres jaciments. A més en aquest darrer es comparen els resultats i mètodes emprats per l’autora en aquest treball amb els utilitzats en anàlisis anteriors. L’objectiu és comprovar a través de la seva comparació, si existeix una diferència taxonòmica important deguda a la metodologia aplicada, o si pel contrari, els dos mètodes ofereixen una informació relativament significativa i els seus resultats poden tractar-se conjuntament.

Retornant al present capítol, cal destacar el registre de les dades antracològiques elaborat en aquest projecte. Es documenten una sèrie de característiques de cada carbó, que van més enllà de la identificació taxonòmica, possibilitant una informació més detallada sobre la gestió del combustible per part de les societats de l’època. A través de les dades anatòmiques es pretén descobrir aspectes relacionats sobre la modalitat d’obtenció del combustible en un moment i jaciment concret.

Tot i que aquests elements es documenten en els tres jaciments, en el present estudi tan sols es valoren, com a model exploratori, els identificats a Minferri (capítol 5). Aquest permetrà esbrinar quins elements són els que ofereixen una informació més representativa, i descartar aquells que poden originar una distorsió del resultat o una informació nul·la. El resultat d’aquesta valoració serà l’aplicat en futurs estudis sobre els Vilars i els Estinclells. Per al moment, els resultats d’aquests dos jaciments es ceneixen estrictament a la identificació taxonòmica, presentada en el capítol 4 -discussió metodològica dels resultats- i en el capítol 6 -dinàmica de l’explotació del bosc a la plana occidental catalana-, com s’indica en la introducció d’aquest estudi (apartat 1.1).

Aquest capítol es divideix en quatre apartats, tots ells amb l'objectiu de possibilitar un atansament a les societats del passat a través de les seves activitats relacionades amb la gestió dels recursos vegetals. El primer exposa de manera breu, la combustió i els processos postdeposicionals, per entendre el com i el per què arriben els carbons al registre arqueològic. A través del següent apartat, es presenta la metodologia de mostreig i tractament emprada en la recuperació de les restes arqueobotàniques. En la metodologia d'anàlisi (apartat 3.3), a banda d'exposar l'emprada en aquest estudi, també es presenten els debats oportuns per entendre el per què de la seva utilització. El darrer apartat tracta dues temàtiques, per una banda el registre i interpretació d'altres caràcters anatòmics diferents, però complementaris a la identificació taxonòmica. I per l'altra la interpretació de les dades a través de dues vessants, la paleopaisatgística i paleoeconòmica.

### **3.1. La combustió i processos postdeposicionals**

En aquest treball s'analitzen les restes de fusta conservades mitjançant la carbonització, que són resistents a la descomposició i pràcticament es troben a qualsevol tipus de context sedimentari. La carbonització es produeix en diferents fases (Chabal *et al.* 1999: 52): La primera és quan la fusta es troba entre 0° i 170° aproximadament, produint un procés de deshidratació. La segona entre 170° i 270° (torrefacció), arribant a perdre un 35% del seu volum. A partir dels 270° fins als 500° es produeix el fenomen de piròlisi o carbonització, en la que es degraden la cel·lulosa i la lignina de la fusta al produir-se la ignició. Quan el procés es para aquí, és quan s'obtenen carbons. Però si aquest continua fins als 700°, es produeix la comburació (darrera fase) en la que es destrueix la fusta, transformant-la en cendres (figura 3.1.1).

Per tant, els carbons són producte d'una combustió incompleta, ja que en cas de completar-se el producte final obtingut seria la cendra. Això implica que els carbons arqueològics són conseqüència de la interrupció intencional o accidental del procés de combustió.

Degut a que la carbonització és el mode de preservació de la fusta més habitual a la península Ibèrica, la interpretació de les anàlisis està condicionada pel fet que únicament es conserven aquelles restes vegetals que entraren en contacte amb foc (Martín Seijo 2013: 133). Aquesta circumstància és però una avantatge en relació a l'estudi de les activitats econòmiques i socials ja que els carbons representen els recursos consumits per aquestes societats i permeten apropar-nos a aquestes activitats (tant intencionals com accidentals).

A més, el procés de combustió, per una banda, té com a resultat la reducció del volum inicial de la fusta emprada (Théry-Parisot *et al.* 2010b: 82), i per l'altra, la fracturació de la fusta carbonitzada, impossibilitant el registre del primer volum en base a aquesta darrera. No obstant

es considera que la fractura o fragmentació dels carbons respon a una única *lleï estadística de la fragmentació* per tots els tàxons (Chabal 1992: 226), presentada més endavant.

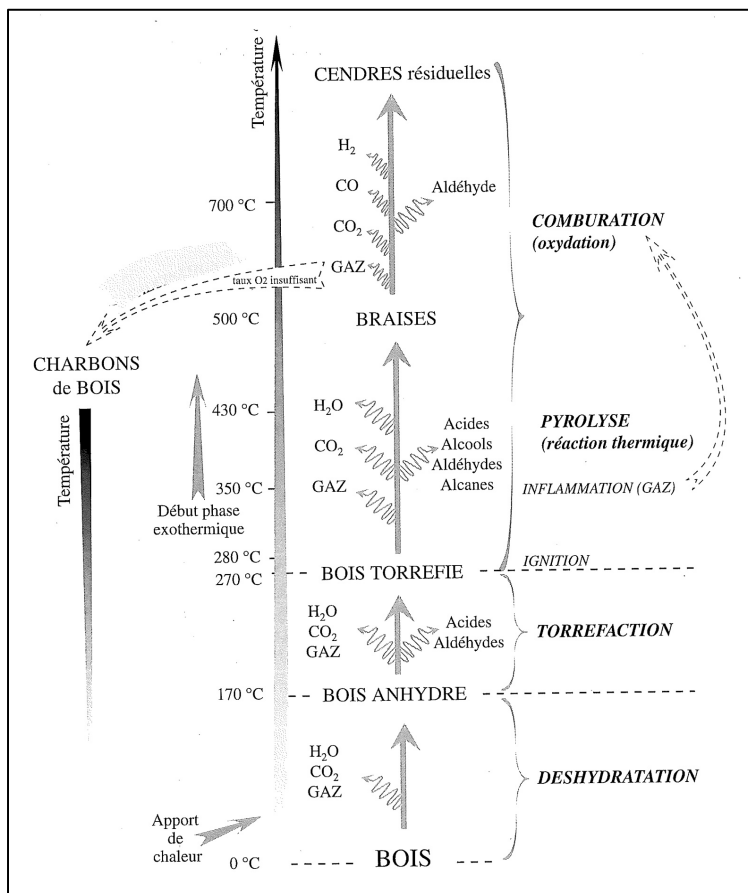


Figura 3.1.1. Procés de combustió (Chabal *et al.* 1999: 52).

Els diferents contextos en que es produeix la combustió i les diferents activitats realitzades posteriorment, condicionen la distribució pel jaciment dels fragments de carbó resultants. En els casos excepcionals en els que es produeix una destrucció de l'hàbitat com conseqüència d'un incendi, el carbó pot distribuir-se pel jaciment de manera dispersa o en concentracions carbonoses de diversa entitat, formant part d'estructures. Aquest doble procés de formació dels conjunts antracològics determinarà l'estratègia de mostreig aplicada i la posterior interpretació (García Martínez 2009: 78), com s'observa en el següent apartat (3.2).

En el present estudi el registre de certs efectes tafonòmics sobre les restes de fusta carbonitzada (esquerdes i vitrificacions, i fragmentació), no evidencia la totalitat d'experiències passades en els processos postdeposicionals. Com a conseqüència, els carbons o bé poden romandre al mateix lloc, o ser dispersats al jaciment pels propis habitants de l'època, erosionats i fins i tot desplaçats horitzontal o verticalment en els estrats, entre altres (Piqué 1999a: 58). No obstant això, un coneixement complet dels processos tafonòmics als que són sotmesos la fusta i el carbó vegetal, durant i després de la formació del conjunt antracològic, és fonamental per la interpretació arqueològica (Lancelotti *et al.* 2010: 308).



Els estudis realitzats per Braadbaart *et al.* (2009) demostren que el material carbonitzat enterrat en sòls altament alcalins tendeix a sofrir una fragmentació més elevada. L'alcalinitat afecta la resistència del carbó, que en cas de sotmetre'l a estrès per comprensió es fragmenta, augmentant la seva natural fragilitat. Altres estudis mostren que l'estat de la fusta abans de la combustió també influeix en les propietats mecàniques del carbó vegetal, sent més resistent la fusta sana que l'afectada. La fusta podrida és més porosa i la seva combustió produeix una major i més ràpida fragmentació (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 150). Per tant, la fragilitat del carbó pot donar-se per diverses raons.

### 3.2. Metodologia de mostreig i tractament

La metodologia emprada, tant durant l'excavació com en la recollida de mostres, tractament i quantificació de les restes vegetals, determinen les interpretacions resultants (Alonso *et al.* 2000: 45). Les restes que es recuperen en un jaciment arqueològic sempre són parcials, representant tan sols una part dels recursos o materials utilitzats (Ruiz Alonso 2014: 33). El mostreig és, per tant, un factor clau per poder realitzar un estudi arqueobotànic acurat. Als tres jaciments objecte d'estudi del present treball s'ha dut a terme una recollida de mostres de sediment sistemàtica durant les diverses campanyes d'excavació, tenint en compte els diferents indrets, estructures i tipus de sediments. El mostreig realitzat a Minferri i a la Fortalesa dels Vilars ha estat dirigit per Natàlia Alonso, mentre que l'efectuat a Estinçells ho ha estat per Dani López Reyes.

Els diversos mètodes i estratègies de recollida de mostres han estat àmpliament tractats en la bibliografia arqueològica (Chabal 1997; Buxó 1997; Alonso 1999; Alonso *et al.* 2000; Antolín 2016; entre molts altres). En aquest estudi només s'exposen els mètodes emprats en els jaciments en estudi, que són una combinació de la recollida total del sediment en estructures concretes i de la mostra estimativa. Aquesta darrera, està basada en la recollida d'un volum constant (test), que serveix per calibrar la riquesa d'informació d'una unitat estratigràfica o context específic. Aquest test consta de 20 litres de sediment, tractat immediatament per permetre decidir l'interès o no d'intensificar el mostreig sobre el nivell en concret mostrejat. Si aquest és negatiu la continuïtat es desestima, i si és positiu s'augmenta el volum de la mostra tantes vegades com es consideri convenient mentre la relació esforç/informació obtinguda segueixi sent positiva (Buxó 1989: 73-84; Alonso 1999: 51). Aquest sistema per tant permet, d'una banda, l'augment del volum tractat en cas d'una elevada densitat de restes a fi de recuperar el màxim d'informació i, de l'altra, l'obtenció de dades de tots els tipus de nivells i estructures presents al jaciment. La majoria de fets arqueològics, sobretot estructures com fosses, forns, llars o forats de pal, es recullen i es tracten en la seva totalitat. En el cas d'estructures amb volum de sediment elevat però amb poques restes també és possible la realització d'un test per tal de determinar si es desestima el tractament de tot el sediment (Alonso 1999: 50-51). La combinació de diferents mètodes és

necessària degut a la diversitat dels dipòsits en els que es recupera el material arqueològic (Caruso 2012: 53), i a que no tots els tipus de mostreigs tenen el mateix grau de fiabilitat (Alonso *et al.* 2000: 32).

Aquesta metodologia s'ha adaptat a les condicions de cada jaciment. Minferri, per exemple, des de les dues primeres campanyes fins la darrera, ha notat certes variacions en la metodologia de mostreig aplicada. Al principi es va recollir una mostra test (20 litres de sediment) per cada unitat estratigràfica de cada estructura excavada. Però degut a l'alt percentatge de tests nuls -cap resta de llavors o de fruits (Alonso 1999: 51)- i negatius -material recuperat però no considerat necessari l'augment del seu volum (Alonso 1999: 51)-, i davant la recuperació d'algunes estructures amb una alta densitat de restes -i per tant amb gran interès de mostreig i tractament intensiu-, es va decidir reduir el nombre i volum del sediment recollit. En les campanyes següents es va realitzar un test per estructura, menys aquelles amb una riquesa de carbons i matèria orgànica evident a l'excavació, en les que s'augmentà el volum de sediment recollit (Alonso 1999: 54).

Independentment del tipus de recollida emprada en els tres jaciments objecte d'estudi, una mateixa unitat estratigràfica pot mostrejar-se de diferent manera (Alonso 1999: 54; Alonso *et al.* 2000: 33):

- Mostres disperses: Es recull el sediment de forma dispersa a tota la unitat estratigràfica o nivell, tant en la seva extensió com en la seva potència, de manera que la mostra sigui representativa del conjunt. S'utilitza generalment en el mostreig de reompliments o de nivells de sòl. La totalitat de les mostres-tests pertanyen a aquest tipus.
- Mostres concentrades: És el mostreig de sediment que conté una concentració de restes carbonitzades dins d'un nivell concret. No representa tot l'estrat sinó un fet puntual que d'altra banda, no té suficient entitat com per ser considerat com una unitat estratigràfica pròpia. Es pot tractar, per exemple, d'una taca de carbons en un paviment.
- Mostres aïllades: Són restes que es troben de manera aïllada, com per exemple fruits de mida suficient que permet veure'ls a simple vista o carbons de gran mida. Solen ser recollits directament en el procés d'excavació.

- **Mostres totals:** Es recull la totalitat del sediment, generalment en unitats estratigràfiques que pertanyen o estan en relació amb estructures o fets arqueològics (forats de pal, fosses, llars, clavegueres, forns, etc.).

La majoria d'estructures de Minferri contenen grans volums de sediment (sitges, fosses de grans mides, etc.), no tractables totalment; i una minoria amb escàs sediment (com forats de pal, forns, etc.), on es recull la totalitat del sediment. En el cas de Vilars i Estinclells, en canvi, per la seva naturalesa d'hàbitat on es recuperen tot tipus d'estructures que no contenen grans volums de sediment, han estat recollides un important nombre de mostres totals; però també grans volums procedents de paviments i d'estrats de reompliment.

La utilització d'aquests dos mètodes de mostreig -recollida total de sediment o mostra estimada- depèn de les característiques de cada estructura o unitat estratigràfica, permetent la distinció entre el carbó concentrat -carbó de fogó- i carbó dispers en el sediment de l'excavació (Piqué 1999a). Els **carbons concentrats** tenen el risc de pertànyer majoritàriament als residus del darrer o darrers focs, abans del seu abandonament, mostrant per tant poques espècies (Chabal 1992: 215). Per aquesta raó no es consideren suficientment representatius des d'una interpretació paleoecologia (Chabal 1988a: 214). Les seves dades poden ser complementàries dels resultats obtinguts en els carbons dispersos, però mai quantificats o interpretats en termes de vegetació (Carrión Marco 2003: 40). Tot i així poden aportar informació sobre usos especialitzats del combustible segons els contextos en que apareixen.

Chabal (1988a: 192) afirma que per fer una interpretació antracològica rigorosa dels carbons concentrats i els dispersos, cal comparar els d'un nivell estratigràfic amb els continguts d'un gran nombre de llars -o depòsits similars-, del mateix jaciment i durada. Els estudis elaborats per Carrión Marco (2005b: 287), procedents de carbons concentrats de llars i altres estructures de combustió, demostren una riquesa taxonòmica variable en cadascun d'ells. Tanmateix, la mateixa autora dóna validesa paleoambiental als casos on es troben diverses llars contemporànies, possibilitant la comparació entre elles, i sumant els seus resultats amb els carbons dispersos procedents del nivell contemporani.

Es considera **carbó dispers** aquell procedent de la sedimentació de sòl d'hàbitat -progressiu depòsit domèstic *in situ*- o el rebliment ric en residus domèstics -desplaçament ràpid i voluntari de residus inicialment depositats lentament-. Aquest tipus de carbó es considera el més adequat en la representativitat de l'entorn vegetal del jaciment (Chabal 1888a: 214; Badal 1990b; Heinz 1990; Grau 1995). Chabal (1988a: 208; 1992: 218) també afirma que dos nivells sincrònics, sense contacte físic i d'un mateix jaciment, s'espera que ofereixi una semblant imatge de la vegetació.

Certes estructures excavades -sitges, fosses, etc.-, que han perdut la seva funcionalitat original, es reutilitzen freqüentment com abocadors d'escombraries, o es reomplen de forma natural a partir dels sediments de la superfície del jaciment. En aquest cas, els resultats antracològics del seu rebliment seran similars als del nivell arqueològic de procedència (Bernabeu i Badal 1990; 1992 a Carrión Marco 2005b: 31), com succeeix a Minferri.

Per altra banda, als tres jaciments s'han recuperat fragments de carbó recollits directament a l'excavació "**recollida manual o al camp**" -mostres aïllades- per dur-los directament al laboratori i així evitar l'augment de la fragmentació resultant del seu rentat. Un dels avantatges d'aquest tipus de recollida és que permet individualitzar els carbons que posseeixen alguna "forma". En el cas de determinats jaciments -com els prehistòrics-, habitualment s'empra un sistema de registre tridimensional que permet localitzar carbons dins unes coordenades. Aquest tipus de recollida de carbons per tant, és idònia en certs jaciments, tant per la conservació dels fragments, com per l'obtenció de dades sobre la seva dispersió. A més, juntament a la distribució de la resta del material, ofereix informació estratigràfica i arqueològica (Ruiz Alonso 2014: 35).

No obstant això, és important tenir present els seus desavantatges. Aquesta tècnica, tot i que a priori és ràpida i per tant atractiva, presenta gran diferència quantitativa amb els recollits durant el rentat del sediment (Chabal 1982: 34), dificultant la seva comparació. A més la diferència taxonòmica entre aquests dos tipus de recollida també pot ser important. Algunes espècies, degut a la seva mida, semblen tenir més probabilitat de trobar-se entre fragments de mida més petita -recuperats per rentat- que entre els de mida més gran -recollida manual- (Chabal 1988a: 212).

Els avantatges i inconvenients d'aquest tipus de recollida plantegen la necessitat de la seva combinació amb el de rentat, com es realitza en els tres jaciments objecte d'estudi. En el cas dels Estinclells amb aquest mètode només s'han recollit els materials de construcció o objectes, mentre que a Minferri i els Vilars, a més d'aquests, també s'han recuperat fragments aïllats de mida mitjana i gran observables a simple vista.

Entre els diversos **mètodes de rentat** (Alonso *et al.* 2000: 34), tant a Minferri, als Vilars com als Estinclells s'han emprat dos, sempre depenent del volum de la mostra. Si aquesta té 20 o més litres, s'usa la flotació assistida per màquina de flotació, i si en té menys, el tamisat amb columna de garbells (Alonso 1999; López Reyes *et al.* 2010: 81).

El rentat per màquina de flotació és el més ràpid i compatible amb una excavació de tipus extensiva (Buxó 1997: 55). L'emprada per Minferri i els Vilars comprén una cuba i un compressor prou potent com per poder tractar grans quantitats de sediment. El nombre i tipus de garbells que s'utilitzin dependrà del tipus de restes a recuperar. En aquests dos jaciments s'usen

un garbell de llum de malla 4-5 mm a l'interior de la cuba (figura 3.2.1), per així poder recuperar aquell material arqueològic que degut a les seves dimensions i/o constitució li sigui impossible de flotar<sup>1</sup>. Per recuperar les restes flotants, fora la cuba es situen diversos garbells de diferents llums de malla apilats, la més petita a sota (0,5 mm), damunt la de 1-2 mm i sobre les dues, la més gran de 4-5 mm. En la primera, les restes vegetals recuperades i analitzades són fonamentalment carbons i alguns fruits i llavors de fruiters de gran mida. En la segona, cereals, lleguminoses, alguns fruits i llavors de fruiters de mida petita, plantes silvestres, i fragments de carbó. I al garbell amb llum de malla més petita es recuperen quasi exclusivament restes de petites llavors, principalment de plantes silvestres o fragments d'espiga (Alonso *et al.* 2000: 35)<sup>2</sup>. Segons les proves realitzades per Alonso (1999: 63), la rentabilitat de la màquina del GIP-UdL és bona i tan sols és necessària la recollida del fons de bidó en casos específics, com per exemple per detectar la presència de fruiters o altres tipus de restes no freqüents en el registre dels quals es desconeix la seva resposta davant la flotació.

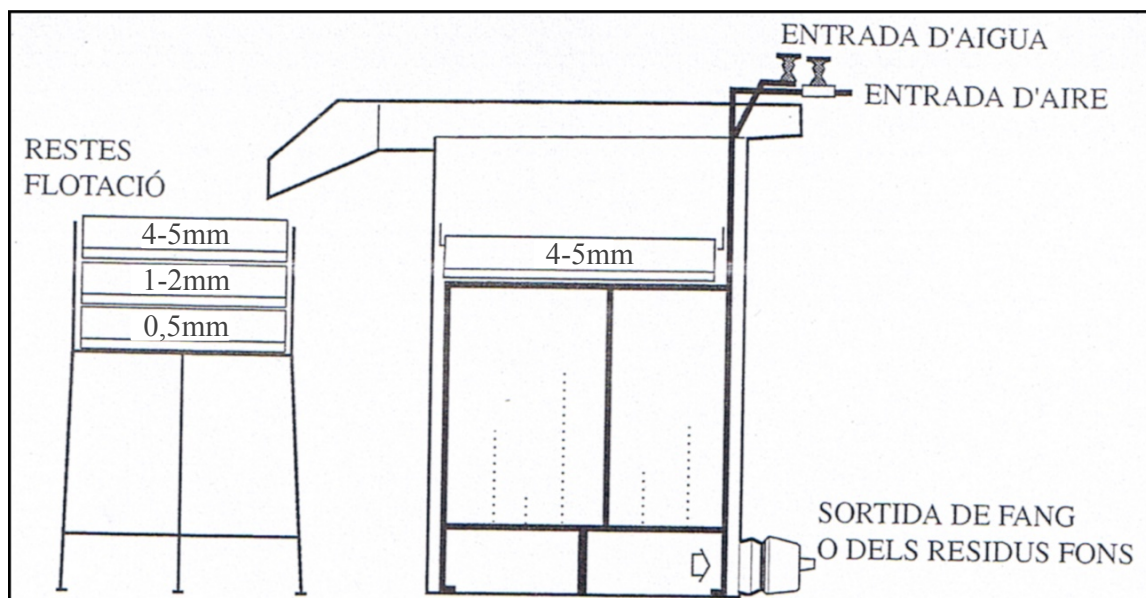


Figura. 3.2.1. Croquis de la màquina de flotació del Grup d'investigació prehistòrica (GIP) de la Universitat de Lleida (modificada de Alonso 1999: 60). Dreta: imatge de la màquina de flotació.

La màquina de flotació amb injecció d'aire emprada per rentar el sediment dels Estinclells està formada per un cubell on es barreja l'aire i l'aigua i facilita la flotació de les restes carbonitzades. A l'interior del cubell es disposa una malla o garbell d'1 mm on es recuperen la totalitat de restes que no suren. I que suren es canalitzen per una obertura de la màquina que condueix l'aigua a una columna de garbells de mides decreixents (4-5, 1 i 0,5 mm) que permet recuperar les restes carbonitzades per mides i facilitar el posterior treball de tria (López Reyes 2008: 203; López Reyes *et al.* 2010: 81, 82).

<sup>1</sup> Petits fragments ceràmics, fauna, material constructiu, indústria lítica, sílex, metall, i les llavors i carbons que de mida gran que no flotin.

<sup>2</sup> Els fragments recuperats en aquesta llum de malla s'obvien per la dificultat d'anàlisi degut a la seva reduïda mida.

En el tamisat amb columna de garbells s'apilen diversos garbells, de la mateixa manera i iguals llums de malla que els col·locats fora de les màquines de flotació emprades en els respectius jaciments (figura 3.2.2). Si la quantitat de sediment és elevat ( $\geq 20$  litres), aquest procés és més lent que l'anterior. A més del temps dedicat a rentar el sediment per cada garbell -on s'hi diposita prèviament i es va tamisant tota la mostra amb l'ajuda d'una mànega d'aigua-, la seva posterior tria també és lenta i laboriosa degut a la major quantitat residual de pedres i altres elements no arqueobotànics. En canvi, si el volum de sediment a rentar és baix ( $< 20$  litres), surt més a compte aquest mètode que l'anterior, ja que el rentat i la tria és més lleugera (Alonso 1999; López Reyes 2010: 82). En aquest procés s'ha d'anar amb cura en l'aplicació de l'aigua, evitant que el contacte entre aquesta i les restes orgàniques sigui bruscat, prevenint així una sobrefragmentació dels carbons o que explotin les llavors en penetrar aigua dins la seva estructura cel·lular (Buxó 1990)

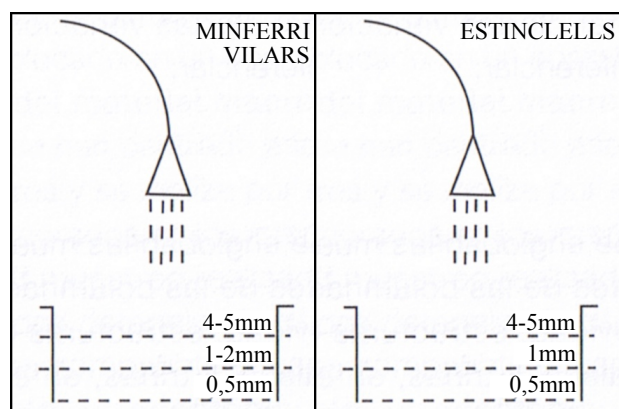


Figura.3.2.2. Mètode de tamisat per columna de garbells (modificat d'Alonso *et al.* 2000: 35).

Un cop les restes són assecades -sempre a l'ombra, a temperatura ambient per evitar una deshidratació brusca que pugui fracturar les restes carbonitzades-, són etiquetades i dutes al laboratori per la seva anàlisi. Per tant, els carbons estudiats en el present estudi procedents dels tres jaciments, han estat recuperats de forma manual directament al camp i per rentat amb aigua -amb màquina de flotació i tamisat per columna de garbells-. Tant dispersos en el sediment de l'excavació, com concentrats (carbó de fogó).

### 3.3. Metodologia d'anàlisi

Posteriorment els carbons recuperats es separen de la resta del material recuperat i es procedeix a la seva anàlisi, juntament amb els recollits manualment al camp. Per dur a terme l'anàlisi prèviament cal establir la mida mínima dels fragments a analitzar i el nombre mínim de fragments per mostra. Seguidament, aquests s'identifiquen taxonòmicament, i es quantifiquen, per ser interpretats des de les vessants paleopaisatgística i paleoeconòmica. En aquest apartat s'exposen els criteris seguits en les diferents etapes del procés d'anàlisi.

La totalitat de les dades antracològiques registrades en el present estudi s'inclouen dins una Base de dades Filemaker. Com admet Celma (2015: 84) “és imprescindible sistematitzar el registre de les dades obtingudes mitjançant la incorporació de les mateixes dins una base de dades amb totes les seves variables que a posteriori serveixi com punt de partida a l'anàlisi arqueològica de la significació dels resultats”, permetent una major rapidesa en la gestió de la informació introduïda dins aquesta (Martín Seijo 2013: 115).

### 3.3.1. Mida mínima dels fragments

Un dels aspectes que cal tenir present durant la recollida de mostres i carbons a l'excavació és la mida mínima dels fragments a recollir. Diversos especialistes han argumentat sobre quina és la més idònia per representar qualitativament i quantitativa els tàxons identificats. La qüestió és determinar si els resultats obtinguts poden variar segons la fracció analitzada -mida del garbell-, ja que la mida del carbó és clau per arribar a una determinació exitosa, o si sigui quina sigui la fracció dels fragments es poden obtenir resultats similars. Aquesta qüestió és decisiva per establir un criteri de mida en la recollida dels carbons al jaciment (Piqué 1999a: 64). A continuació es fa una revisió dels criteris més habituals.

Chabal (1992: 226) presenta l'existència d'una *lleï estadística de fragmentació*, segons la qual per tots els tàxons d'un mostreig es troben un gran nombre de fragments de petita mida i un petit nombre de fragments de gran mida. Segons la mateixa autora (Chabal 1997: 37; Chabal *et al.* 1999: 45) és possible identificar taxonòmicament els fragments que es troben a la llum de malla de 0,5 mm, però els majors a 4 mm ofereixen una identificació major i més fiable. Tot i que els carbons menors de 4 mm són generalment els més habituals, els petits fragments no mostren cap novetat qualitativa si es compara amb els més grans.

Segons Lancelotti *et al.* (2010: 312) els més grans de 2 mm són fàcils d'identificar, els d'entre 1 i 2 mm a vegades són identificables, i els per sota d'1 mm generalment no són determinables taxonòmicament. Piqué (1999a: 63, 65) apunta, per una banda, que a partir de 2-3 mm els carbons ja poden ser identificats, tot i que degut a la menor mida del fragment es requereix més esforç en la identificació i aquesta és incerta. Per altra banda, aquesta autora sosté que en cas d'abundar els majors de 4-5 mm és millor analitzar aquests, ja que els de mida més petita comporten un major nombre d'indeterminats o determinacions genèriques, que aguditzen les diferències quantitatives entre les fraccions analitzades. De la mateixa manera Carrión Marco (2003: 47) considera que l'existència de nombrosos fragments de molt reduïda mida augmenta l'alt grau d'indeterminació i la possibilitat d'error, amb el que s'aconsella rebutjar els fragments menors de 2 mm.

Euba (2008: 141) estudia els fragments majors de 4 mm, però en els casos que no disposa d'un mínim establert de fragments d'aquesta mida, analitza els carbons d'entre 2 i 4 mm. També Zapata (1999: 58) analitza els fragments majors de 2 i 4 mm en funció de la disponibilitat de cada jaciment, ja que en alguns els carbons majors a 4 mm són insuficients. Per la seva banda, Badal (1988, 1990a) afirma que quan un estrat és ric en carbons majors de 5 mm -al voltant dels 100 fragments per quadrícula d'1 m<sup>2</sup> i 5 cm de potència- tan sols cal recuperar els d'aquesta mida. Per contra, quan un estrat és pobre o presenta només carbons de petites dimensions, s'han de recollir tots els carbons, criteri que segueix Duque (2004: 47) en els seus estudis.

Altres especialistes estudien els fragments més petits de 4 mm de manera sistemàtica. Per Picornell Gelabert (2012: 64) i Ruiz Alonso (2014: 37) l'ús de garbells o coladors amb llum de malla mínima de 2 mm és la fracció adequada i habitual per la recollida de carbons identificables taxonòmicament.

Celma (2015: 135, 227, 299, 300) fa un estudi comparatiu de la diversitat taxonòmica entre els fragments recollits dins els garbells amb llum de malla de 2 i 1 mm i també de 0,5 mm<sup>3</sup>. Segons el seu estudi, l'anàlisi de la fracció de 4 mm no suposa una pèrdua qualitativa de la variabilitat florística respecte les dades generals del jaciment; encara que en alguns contextos, on també es registren carbons procedents de les fraccions d'1 i 0,5 mm, sí que es detecten pèrdues amb l'estudi exclusiu de 4 mm i, en alguns casos, la fracció de 0,5 mm presenta més diversitat que la d'1mm. Per aquesta autora, la recollida i anàlisi de tan sols els fragments de 4 mm representa una pèrdua d'informació a nivell paleoeconòmic i qualitatiu dels contextos d'un jaciment, així com quantitatiu.

Els diferents criteris presentats aquí demostren la variabilitat d'opinions sobre aquest tema. Mentre uns autors corroboren la viabilitat de la recollida dels fragments superiors a 5 i 4 mm (en cas de ser quantitativament suficients), altres inclouen els de 2 i 1 mm i, fins i tot, els de 0,5 mm.

Tot i que és cert que els fragments més petits tenen majors possibilitats que falti algun element anatòmic clau per la seva identificació (Carrión Marco 2003: 47), la mida gran dels fragments no assegura una identificació fiable. Per tant, l'èxit en la determinació no depèn de l'establiment d'una mida -en mil·límetres- del fragment o llum de malla, sinó de l'existència d'altres condicions que també influeixen la determinació o indeterminació dels carbons procedents de cada jaciment, com per exemple la forma del carbó, la seva fragilitat i les alteracions que afecten l'anatomia. És obvi que a major mida major possibilitat de realitzar talls correctes per observar l'anatomia. No obstant això, existeixen fragments petits, que tot i no semblar determinables

<sup>3</sup> Segons Celma (2015: 88), les mostres recollides manualment al camp no haurien de presentar fragments menors de 4 mm (dimensió màxima que normalment es reconeix durant l'excavació per la seva recuperació). No obstant, per la possibilitat, en alguns casos de la recuperació de fragments típics de les fraccions 1, 2 i 0,5 mm, l'autora garbella els carbons procedents d'aquest tipus de recollida, a través de les llums de malla assenyalades.



aparentment, segons la seva forma i els trets diagnòstics del tàxon, permeten una fàcil identificació. La fragilitat, per la seva banda, juga un paper important, ja que és quasi impossible obtenir el pla desitjat quant el material és molt fràgil. En aquest cas, el fragment, sigui de la mida que sigui, tendeix a disgregar-se, implicant que inclús fragments més grans de 2 mm (i fins i tot de 5 i 4 mm) siguin difícils d'identificar degut a la dificultat d'aconseguir superfícies clarament observables (Lancelotti *et al.* 2010: 312). Per aquesta raó, en el present estudi s'analitzen fragments de 4 i 5 mm i 1 i 2 mm indistintament.

### **3.3.2. Preparació de mostres i criteris anatòmics emprats en la identificació taxonòmica dels carbons**

En aquesta disciplina el tàxon es considera la unitat bàsica de classificació de restes, i designa a totes aquelles que poden ser determinades en quant a grup, família, gènere o espècie (Buxó i Piqué 2008: 26). En el present estudi també es consideren com a tàxons, les subclasses Monocotyledoneae -per la impossibilitat de determinar cap espècie-, i Coniferae -en cas de no identificar-ne una família, gènere o espècie dins el conjunt analitzat-.

La classificació taxonòmica de les fustes i carbons arqueològics es basa en l'estudi de la microanatomia i de la seva comparació amb material de referència actual. Es parteix del principi de no variació dels trets anatòmics al llarg del quaternari. Els atlas d'anatomia de la fusta consultats per la identificació taxonòmica són els de Schweingruber (1990a, 1999b), Jacquot (1955), Schoch *et al.* (2004) i Schweingruber *et al.* (2006). Per l'observació de les característiques anatòmiques es requereix la utilització d'un microscopi òptic amb il·luminació reflectida -fons clar/fons fosc-, amb objectius que permeten de 40 a 400 augments (figura 3.3.1). La mostra de carbó ha de ser preparada prèviament, mitjançant fractura manual, obtenint superfícies netes (recentment fracturades), orientades segons els diferents plans anatòmics (o dimensions geomètriques) -transversal, longitudinal radial i longitudinal tangencial- (figura 3.3.2). El pla transversal (perpendicular a l'eix del tronc) s'observa amb baixos augments (40x), mentre que els plans longitudinals tangencial (passa per l'eix del tronc) i radial (paral·lel a l'eix del tronc) requereixen de major magnificació (de 100x a 400x) (Piqué 2006: 3) (figura 3.3.3).

El carbó es col·loca sobre un suport, preferentment amb llavors petites per sostenir el fragment i observar els tres plans anatòmics. Aquest mètode, tot i requerir la fragmentació del carbó, no contamina la mostra, que pot ser datada posteriorment.

L'observació de cadascun dels tres plans anatòmics de la fusta o carbó permet obtenir informació diagnòstica de cada espècie vegetal. L'anàlisi del pla transversal és essencial per la determinació taxonòmica (Chabal 1997: 18). En aquest pla es registra, entre altres, el tipus de porositat de la fusta, la distribució dels vasos a través dels anells de creixement, la disposició de la parènquima

axial, la presència/absència de canals resinífers, entre altres. Al pla longitudinal tangencial s'observa el tipus de radis, les plaques de perforació, la presència d'engrossiments, etc. Finalment, al longitudinal radial, les làmines que formen els radis llenyosos, el tipus de plaques de perforació, la presència d'engrossiments espiralats, els camps de creuament, entre altres (Schweingruber 1990b). L'observació dels tres plans per tant, permet identificar el fragment, en ocasions reconeixent fins l'espècie. No obstant, moltes vegades la identificació es limita al gènere, la família, a un grup o tipus (Allué 2002: 58), subfamília o subclasse.

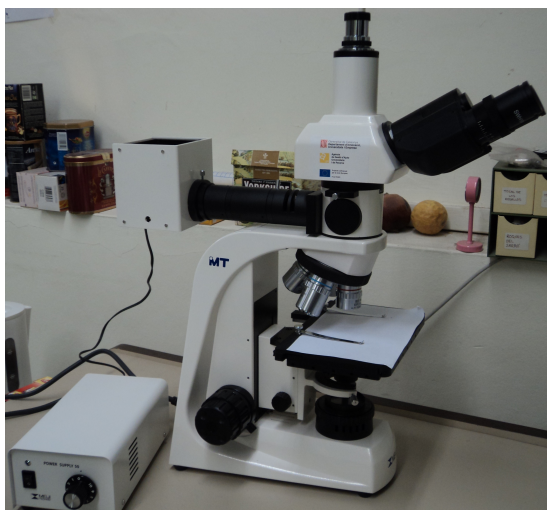


Figura. 3.3.1. Microscopi òptic amb llum reflectida del Grup d'investigació prehistòrica (GIP) de la Universitat de Lleida.

Diversos autors/res han intentat distingir les diferents espècies llenyoses a partir de diferents criteris anatòmics mitjançant la morfologia i l'aplicació d'anàlisis d'imatges (Piqué 1992; entre altres). No obstant, la diversitat pròpia del material carbonitzat, així com les alteracions produïdes pel procés de combustió dificulten el desenvolupament d'aquest tipus de pràctica (Allué 2002: 59; Caruso 2012: 64).

Quan la profunditat del camp o la magnificació requerides per l'observació de certs elements anatòmiques és major, s'empra un microscopi electrònic de rastreig (S.E.M.), que permet elevar considerablement els augments. Per l'observació en aquest microscopi, el carbó es metal·litza després de ser fixat en una platina portaobjectes i introduït dins una campana de buidatge (Carrión Marco 2003: 44, 45). Aquest procediment, per una banda, permet millorar el grau d'identificació d'alguns fragments; per altra, possibilita l'obtenció d'imatges de millor resolució que el microscopi òptic -tot i les diferències de relleu dels plans obtinguts- (Picornell Gelabert 2012: 65).

La identificació del material antracològic del present estudi s'ha realitzat al Laboratori d'Arqueobotànica del Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona, i al Laboratori de Pràctiques i Recerca en Arqueologia, del Grup d'Investigació Prehistòrica (GIP)

de la Universitat de Lleida (Departament d'Història). Ambdós amb un complet equip òptic apropiat per l'estudi del carbó. El primer amb una abundant bibliografia especialitzada i una completa col·lecció de referència de fustes actuals, tant carbonitzades com sense carbonitzar. A través del qual ha estat possible l'inici d'una recopilació bibliogràfica i la creació d'una col·lecció de referència pròpies, pel segon laboratori. També s'ha analitzat material procedent d'aquest estudi al *Muséum National d'Histoire Naturelle* (UMR 7209, *Archéozoologie et Archéobotanique*) durant una estada realitzada en el marc de la present tesi.

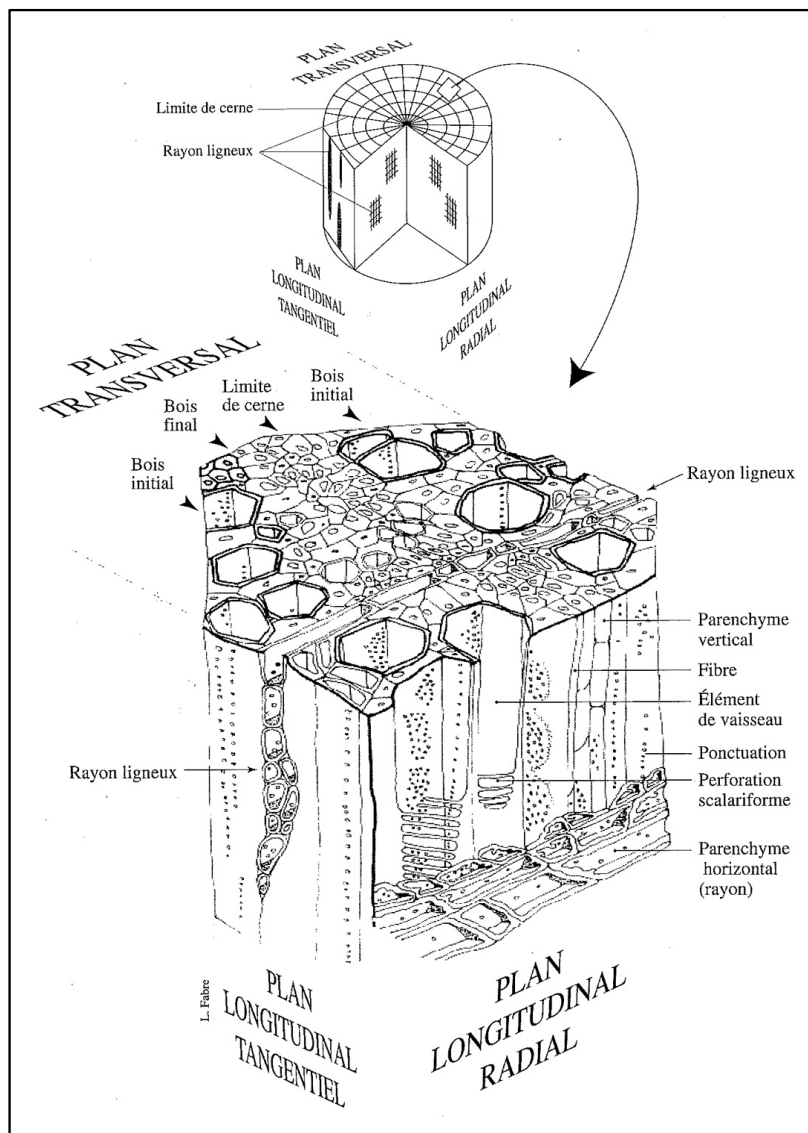


Figura. 3.3.2. Els tres plans de la fusta i les seves característiques principals (Chabal *et al.* 1999: 46).

Les dos classes bàsiques de plantes llenyoses són les **angiospermes** –frondoses- i **gimnospermes** –coníferes-, ambdues amb unes característiques anatòmiques molt diferents i diagnòstiques entre elles (Schweingruber 1990b: 15) (figura 3.3.4). Les primeres són espècies primitives formades per traqueïdes i radis (i depenent de l'espècie, canals resinífers). L'existència i situació d'aquests conductes resinífers, la presència o absència de traqueïdes

horizontals, o la forma i nombre de les puntejades dels camps de creuament, són algunes de les principals claus de la seva identificació. Pel contrari, les angiospermes estan formades per cèl·lules, vasos i fibres amb una major complexitat i variabilitat (Wheeler *et al.* 1989; Fahn 1985).

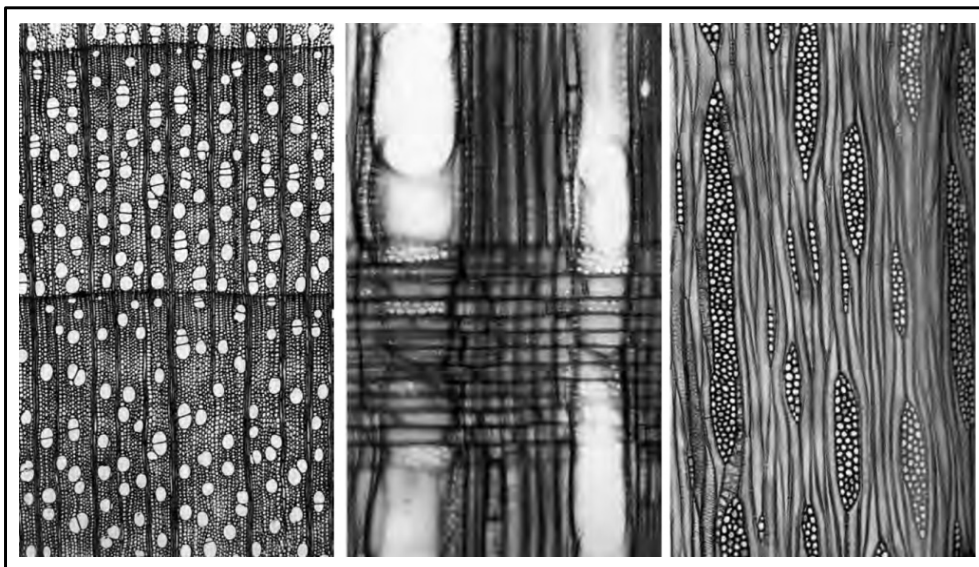


Figura. 3.3.3. Els tres plans anatòmics de l'*Acer pseudoplatanus*. D'esquerra a dreta: pla transversal, pla longitudinal radial i pla longitudinal tangencial (modificat de Schweingruber 1990b: 174).

En el present estudi en alguns casos ha estat possible identificar l'espècie, però en altres tan sols s'ha pogut arribar al gènere, o la família (*vid.* annex I). També s'han identificat subclasses pertanyents a coníferes; angiospermes monocotiledònies -un sol cotiledó a l'embrió- i angiospermes dicotiledònies -dos cotiledons a l'embrió-; les claus de determinació d'aquestes també es poden consultar a l'annex I.

Un gran nombre de carbons no han pogut ser determinats taxonòmicament -sobretot a Minferri i als Vilars-, i s'han inclòs, per tant, en la categoria **indeterminables**. No es consideren en el comptatge taxonòmic però sí en altres tipus de recomptes, com s'observarà en els capítols següents. Sovint les alteracions anatòmiques de la fusta carbonitzada -tant produïdes durant la vida de la planta, com posteriorment per microorganismes i/o per la combustió- són les causants d'una elevada deformació de l'anatomia, que impedeix la seva determinació taxonòmica. La reduïda mida dels carbons també ha estat un dels motius de la indeterminació de moltes de les restes. Depenent de la dificultat diagnòstica de cada tàxon és suficient l'observació d'un sol pla, però en altres casos és necessari observar-ne els tres. La part de la planta a la que pertanyen també és un factor limitant. Parts com l'escorça i la medul·la són més difícils de determinar degut a la manca d'estudis de referència. Altres com els nusos són complicades de visualitzar degut al creixement caòtic dels tres plans. Finalment l'anatomia de les branquetes en ocasions no està formada del tot. Com s'ha assenyalat prèviament (apartat 3.1) la composició del sòl de

procedència dels carbons també podria ser un factor degradant d'aquest material (Braadbaart *et al.* 2009: 1672-1679), com s'esmenta en l'apartat 3.1.

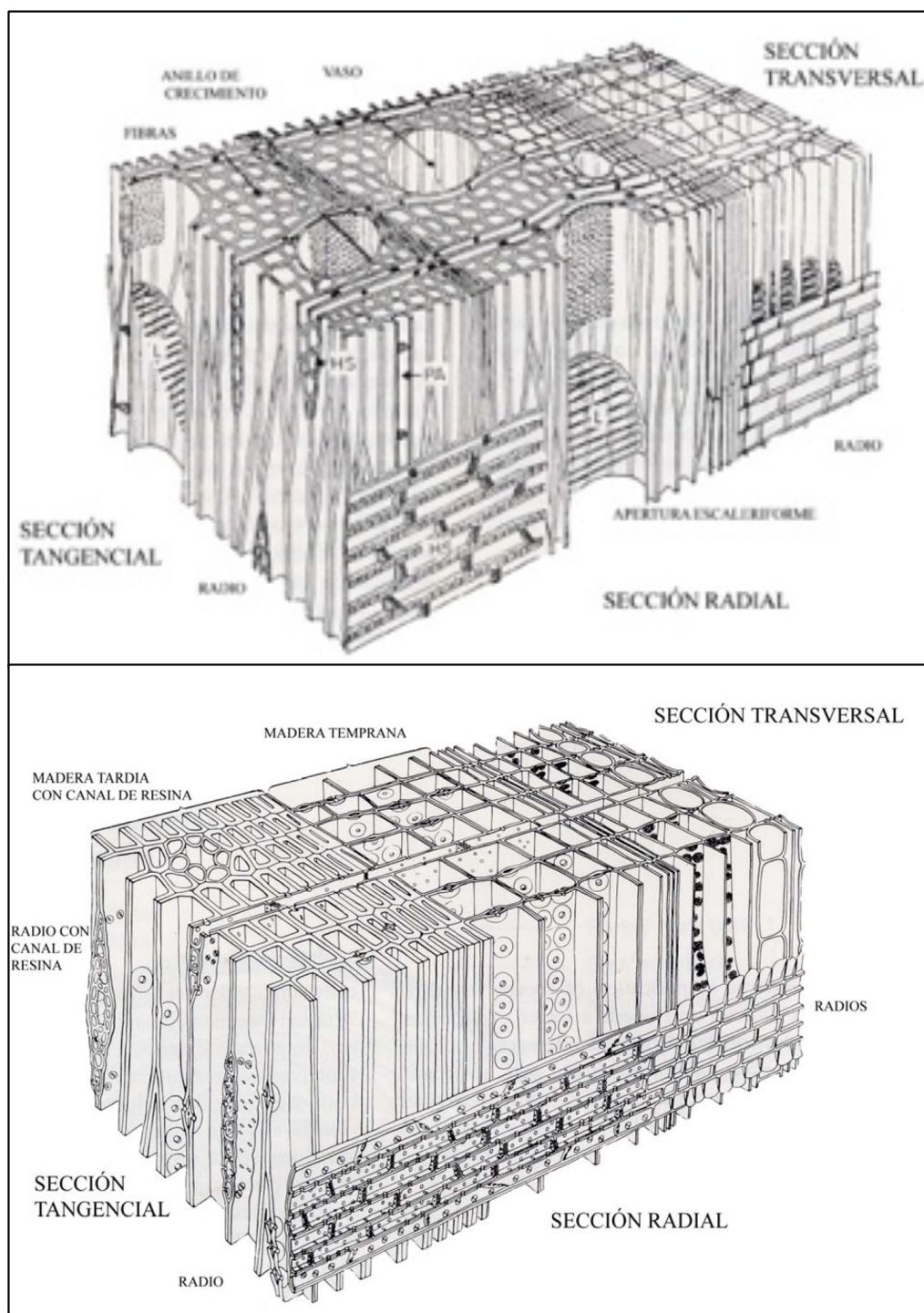


Figura 3.3.4. Característiques anatómiques de les angiospermes (imatge superior) gimnospermes (imatge inferior) (Schweingruber 1990b: 16 a Ruiz Alonso 2014: 40).

Per altra banda, es classifiquen com a fragments **indeterminats** aquells on tot i observar la seva anatomia o bona part d'ella, no és possible la seva determinació taxonòmica per falta de material de referència publicat o en les col·leccions consultades. Aquests es separen dels fragments indeterminables a l'espera de futures revisions.

Les **convencions emprades** en el present estudi per expressar el nivell d'identificació aconseguit per cada fragment de carbó analitzat són les assenyalades a continuació. Aquestes coincideixen en gran majoria amb les esmentades en els treballs de Zapata (1999: 63), Ruiz Alonso (2014: 41) i Martín Seijo (2013: 121, 122):

- **Identificació a nivell de subclasse (en el cas de les monocotiledònies), classe (coníferes), família, subfamília i gènere:** Els carbons amb problemes de conservació o indefinició anatòmica.
- Els noms dels tàxons apareixen sempre en cursiva quan es refereix al gènere o espècie.
- A la classe (Angiospermae i Gimnospermae), subclasse (Monocotyledoneae, Dicotyledoneae i Coniferae) i família no s'aplica la cursiva.
- **sp.:** Quan la determinació es limita al gènere.
- **/:** Si el fragment analitzat pot correspondre a dos gèneres o espècies es separa amb aquest signe. També si es tracta de família/subfamília (com el cas de Rosaceae/Maloideae).
- **cf.:** (llatí: *confer*) Indica una forta probabilitat que el fragment correspongui amb el tàxon esmentat. Aquest guarda gran similitud amb el tàxon determinat, però no es pot observar la totalitat de característiques anatòmiques diagnòstiques, o difereix en alguns detalls.
- **tipus:** Definició donada a un estat morfològic que no correspon a un tàxon específic o genèric concret, sinó que és compartit per diversos d'ells.
- **Indeterminable:** No és possible la determinació taxonòmica, com s'esmenta anteriorment.
- **Indeterminat:** No ha estat possible la determinació taxonòmica, com s'esmenta anteriorment.

La nomenclatura emprada en estudis previs o publicacions dels mateixos jaciments per part d'altres autors s'ha unificat amb l'objectiu de poder comparar els casos estudiats. A la figura 3.3.5 es poden observar les equivalències realitzades.

NOMENCLATURA	
ESTUDIS ANTERIORS	PRESENT TREBALL
<i>Berberis</i> sp.	cf. <i>Berberis</i> sp.
<i>Cistus</i> sp.	Cistaceae
Fabaceae	Papilionaceae (Fabaceae)
<i>Globularia</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)
Labiatae	Labiatae (Lamiaceae)
Leguminosae	Papilionaceae (Fabaceae)
<i>Lonicera</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)
<i>Olea europaea</i>	cf. <i>Olea europaea</i>
Pomoideae	Rosaceae/Maloideae
<i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
<i>Quercus</i> cf. <i>faginea</i>	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
Rosaceae	Rosaceae/Maloideae
<i>Salix</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.

Figura 3.3.5. Nomenclatura uniformada en el present projecte respecte la emprada en estudis antracològics anteriors.

Posterior a la seva determinació, cada fragment de carbó s'emmagatzema individualment, dins una bossa de plàstic "minigrip", junt a la sigla de la mostra i el número de fragment correlatiu, assignat dins una mostra, facilitant així el registre de les característiques anatòmiques corresponents, i en cas de necessitat, de la seva posterior localització.

### 3.3.3. Anàlisi d'altres caràcters anatòmics

L'estudi taxonòmic proporciona dades rellevants i úniques sobre la gestió dels recursos llenyosos (quines espècies s'utilitzen i amb quina intensitat com s'observa anteriorment), però en canvi, no ofereix informació sobre altres aspectes igualment d'importants, que permeten caracteritzar les modalitats d'obtenció del material llenyós (Caruso 2012: 33).

Segons Caruso (2012: 33), per modalitats d'obtenció del material llenyós s'entén aquells modes d'actuació que els diferents grups duen a terme en el procés d'obtenció de la fusta. Per una banda, aquests modes fan referència a les estratègies orientades a obtenir determinats tàxons -arboris, arbustius-; o a explotar diversos tipus d'hàbitats vegetals -bosc de ribera, estepa arborada, etc.-, que impliquen la selecció d'unes àrees de captació del combustible o de determinades espècies segons el seu tipus de fusta. Per altra banda, aquests mètodes d'actuació es refereixen també a les activitats concretes d'obtenció de la fusta que poden implicar la recol·lecció de fusta morta, tala, arrossegament de troncs, etc. Tanmateix, les modalitats d'obtenció estan condicionades per la disponibilitat del material llenyós en l'ambient, però a la vegada es troben determinades per les necessitats socials, les estratègies econòmiques i els modes d'organització de cada societat (Piqué 1999a).

Un dels objectius del present estudi és caracteritzar les estratègies de gestió dels recursos llenyosos dels grups humans de cada jaciment, anant més enllà de la determinació de les espècies

consumides. És a dir, entendre les modalitats d'obtenció i ús del material llenyós i definir els criteris que van regir la selecció dels recursos llenyosos per ser utilitzats com combustibles i matèria prima. Per fer-ho, a més de determinar l'espècie a la que pertany cada carbó, és necessari caracteritzar la morfologia de la fusta emprada, així com el seu estat (sa, alterat), etc.

Amb aquest objectiu es registren una sèrie de característiques dendrològiques de cada carbó analitzat (de Minferri, Vilars i Estinçells), així com les alteracions que han afectat a la planta durant la seva vida i amb posterioritat, tant les degudes a l'acció de microorganismes -biològiques- com a alteracions tafonòmiques. Com s'esmenta en diverses ocasions, tot i registrar aquestes dades als tres jaciments, en el present estudi es mostren els resultats de Minferri com a mode exploratori. Aquests resultats serviran com a model per determinar quins d'aquests aspectes són els que ofereixen una informació més fiable per comprendre la gestió del combustible entre les societats passades.

### **3.3.3.1. Dades dendrològiques i alteracions durant la vida de la planta i per microorganismes**

Com s'esmenta línies adés, a més de la identificació del tàxon s'ha dut a terme una anàlisi dendrològica al material amb la finalitat d'obtenir una informació complementària en quant a l'entorn vegetal i l'ús de la fusta pels grups humans (Carrión Marco 2003: 227; Marguerie i Hunot 2007: 1417).

La Dendrologia és la ciència que estudia la morfologia de la fusta i dels anells de creixement dels vegetals (Carrión Marco 2003: 214, 2005a: 273), els quals registren els esdeveniments d'origen climàtic, mecànic o antròpic que provoquen alteracions en el moment del seu creixement (Schweingruber 1996). Aquesta disciplina es fonamenta en la idea de que les característiques fisiològiques d'un arbre i el seu ritme més o menys regular de creixement, pot alterar-se per l'acció d'agents, tant interns com externs (Munaut 1988 a Carrión Marco 2003: 215). A l'igual que la identificació taxonòmica, la dendrològica també es realitza a través de l'observació dels tres plans anatòmics -transversal, longitudinal tangencial i longitudinal radial-.

Les principals limitacions en l'aplicació d'aquest tipus d'anàlisis sobre carbons arqueològics, són els processos de combustió i els processos postdeposicionals, que provoquen la fragmentació general de les branques o troncs, dels que, per tant, habitualment no conserven el diàmetre complet. A més, la manca de col·leccions de referència de fustes i carbons o que recullin la variabilitat de pautes de creixement d'arbres i arbustos, impedeix aprofundir en la seva aplicació arqueològica (Martín Seijo 2013: 122).



Tanmateix, l'observació dendrològica dels carbons procedents de jaciments arqueològics o dipòsits naturals, fa d'aquesta anàlisi una important font d'informació que complementa les dades paleocològiques i etnogràfiques obtingudes a partir de l'anàlisi antracològica tradicional (Carrión Marco 2003: 217, 2005a: 276).

L'objectiu d'aquesta anàlisi en el present projecte -a l'igual que als estudis de Martín Seijo (2013: 122) i López Bultó (2015: 76)- és la caracterització de les estratègies d'obtenció, processat i consum de fusta. També pot ser utilitzat amb altres objectius, com obtenir informació paleoambiental (Marguerie i Hunot 2007: 1417).

Amb aquesta finalitat -i com s'observa seguidament-, es registra la part de la planta a la que pertany la fusta carbonitzada analitzada; les seves característiques; l'estacionalitat de mort en els casos on és possible; les alteracions durant la vida de la planta -o alteracions relacionades amb el creixement de la fusta-, i les produïdes per microorganismes -biològiques-.

L'amplada dels anells de creixement, tot i les seves limitacions, pot reflectir de manera directa condicions de creixement de l'individu, com aquest pot veure's afectat per múltiples factors biòtics i abiòtics (Carrión Marco 2003: 217; Marguerie i Hunot 2007: 1422). Tot i això en el present estudi es descarta la seva anàlisi sistemàtica degut a l'alt grau de fragmentació (sobretot dels carbons de Minferri i Vilars). El requisit d'aquest càlcul és una mida mínima dels carbons que permeti la seva mesura. No es descarta, però, la seva anàlisi en futurs estudis sobre les restes dels Estinçells.

### **3.3.3.1.1. Part de la planta**

La part de la planta es pot identificar en base a característiques anatòmiques (Martín Seijo 2013: 122). La concentració d'una determinada part de la planta en un mateix conjunt pot indicar quin tipus de modalitat d'aprovisionament es practicava. Per exemple, la poda sistemàtica es podria observar a través del registre d'un gran nombre de branques de pocs anys de vida -procedents tant d'arbres com d'arbustos de mida gran-. La presència d'una gran quantitat de branques també podria indicar una recol·lecció específica de branques mortes procedent de la poda natural. Per contra la presència d'una gran quantitat de troncs podria ser resultat de la tala massiva d'arbres.

En el present estudi s'han identificat les següents parts de la planta: branqueta, nus, medul·la, escorça, duramen, troncs mitjans/grans o branques grans. La presència combinada de les diferents parts possibilita la determinació de la part de l'arbre/arbust a la que pertanyen. Malauradament, el percentatge de fragments de carbó on es poden enregistrar aquests elements no és molt elevat.

La determinació de les **branques** és a fa a partir de la presència d'anells de creixement amb una curvatura forta i d'escorça. En el present estudi les que s'identifiquen són de mida petita, motiu pel que s'anomenen **branquetes**. Carrión Marco (2003: 231) afirma que en els fragments analitzats en els seus estudis “existeixen fragments de branquetes que tot i no conservar l'escorça, la morfologia externa de la branca sembla indicar que es tracta igualment del darrer anell”, de manera que ella també les considera com a branques -criteri aplicat en aquest treball-. En aquests casos la mateixa autora també mesura el diàmetre exacte. Però en el present estudi aquesta dada no es calcula en aquests fragments per la possible pèrdua d'informació en el despreniment, cremació o extracció intencionada de la respectiva escorça.

Per tant, les branquetes s'identifiquen, tant per una forma física inconfusible -idèntica a una branqueta o branquilló però sense escorça-, com per les seves característiques anatòmiques immadures -a mig formar-<sup>4</sup> (figura 3.3.6).

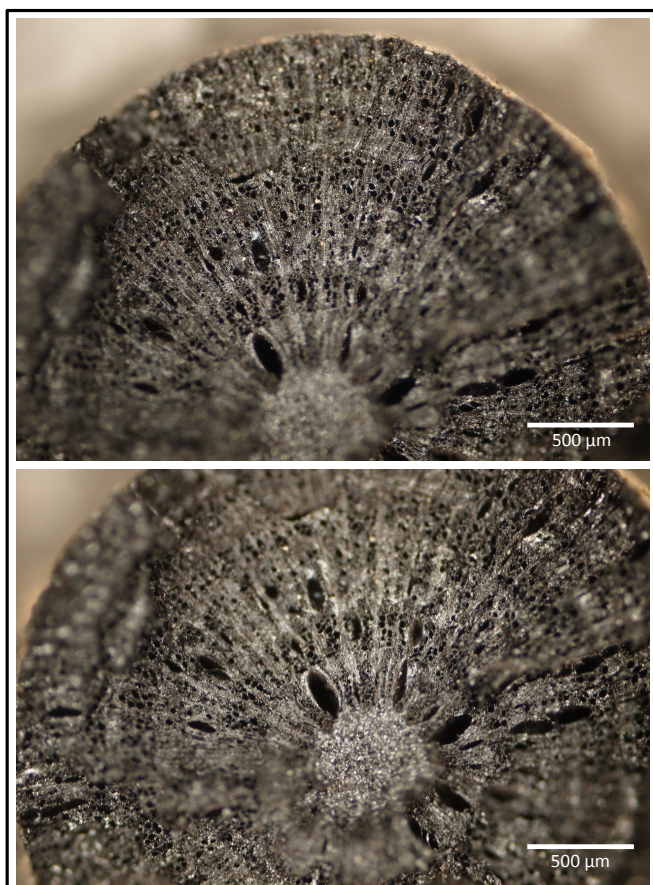


Figura 3.3.6. Pla transversal d'una branca i medul·la indeterminada de Minferri (UE 7020, SJ-59, núm. de fragm. 12).

Els **nusos** o bifurcacions de branques són unes de les deformacions més comunament determinades en antracologia, impeding moltes vegades la determinació taxonòmica dels

<sup>4</sup> Tot i que en el present estudi no s'analitza el material constructiu (amb empremtes vegetals, aquest pot oferir una important informació sobre les branques usades (Carrión Marco 2003: 239), no descartant-lo en futures anàlisis.

fragments (Allué 2002: 109). Un nus viu es deu a la unió d'una branca viva. Els nusos morts recoberts, són restes d'una antiga branca caiguda (Allué 2002: 111). El nus es deu a la distorsió o torcedura de les cèl·lules que impossibilita l'observació dels elements diagnòstics de cada espècie (Caruso 2012: 68). El nus és una alteració i a la vegada una part de la planta determinada, raó per la que els seus resultats es presenten junt amb la resta de parts de la planta i també per separat dins les alteracions durant la vida de la planta (*vid.* apartat 3.3.3.1.4).

L'**escorça** inclou una part viva -o líber- produïda per la cara extrema del càmbium i una part morta originada per una capa peridèrmica i constituïda solament per escorça o escorça mesturada amb fragments de líber mort i sec (Fichesser 2000 a Martín Seijo 2013: 122-125).

Les raons del despreniment de l'escorça respecte la resta de la fusta/carbó poden ser diverses: la possible conversió en cendra o despreniment durant la combustió, la seva extracció intencionada pels habitants de l'època abans de la seva cremació, durant l'assecat de la fusta -durant el seu emmagatzematge o anterior a la seva recol·lecció-, o durant els processos postdeposicionals del carbó i tractament arqueològic. La majoria de les restes d'escorça són indeterminables taxonòmicament, degut a l'absència, en aquesta part, de característiques anatòmiques diagnòstiques.

La conservació de la **medul·la** i l'**escorça**, i per tant del radi complet del tronc o branca, permet conèixer de manera immediata el diàmetre original del carbó i l'edat de la fusta, a través del recompte dels anells de creixement (Carrión Marco 2003: 218), sempre tenint en compte la reducció de la mida causada per la combustió (Marguerie i Hunot 2007: 1418) (figura 3.3.6).

La identificació d'**arrels** és complexa ja que aquesta part de la planta no presenta una estructura uniforme, a més de la variabilitat de la seva anatomia degut a les condicions del sòl (Schweingruber 1990b: 186).

La **tilosi** és un mode de protecció que té la planta davant l'atac de microorganismes i patògens i generalment apareixen en el duramen -fusta del nucli- (Martín Seijo 2013: 125; Dufraisse 2006: 50). La **presència d'aquestes estructures secundàries** indica l'explotació d'aquesta fusta del nucli (Marguerie i Hunot (2007): 1419), mentre que la seva absència indica que es tracta de fusta de l'albeca (Martín Seijo 2013: 125). Tanmateix, la visibilitat del duramen depèn en gran mida de factors propis de cada espècie, ja que no en totes elles la tilosi és sempre observable, ni l'albeca té la mateixa longevitat, sinó que es transforma molt ràpidament en duramen. En el cas de la fusta sense carbonitzar es diferencia el color característic del duramen -més fosc o totalment diferent a l'albeca-. En el del carbó, aquest desapareix, i la identificació del duramen es cenyeix únicament a la presència de tilosi (Carrión Marco 2003: 218).

El duramen està compost per cèl·lules biològicament mortes, que té l'única funció de proporcionar al tronc de l'arbre una estructura interna dura, forta, pesada i resistent amb la qual poder sostenir tot el pes de les branques i la copa en general. Aquest també és més resistent a l'atac dels fongs i insectes que l'albeca. Popularment el duramen es coneix com el "cor" de la fusta<sup>5</sup>.

Els anells de creixement són més corbats quant més propers estan a la medul·la. Aquest és un criteri útil per conèixer la procedència del material analitzat dins de la fusta d'origen (Carrión Marco 2003: 218). La **curvatura de l'anell** s'estima segons una norma de classificació, com una ampliació constant i emprant una plantilla col·locada damunt o sota del fragment (figura 3.3.7). Aquest enfoc tot i revelar tendències, no és una mesura del diàmetre de la fusta, sinó una caracterització (Marguerie i Hunot 2007: 1421) qualitativa (Paradis 2007: 10; Dufraisse i García Martínez 2011: 3; Martín Seijo 2013: 123).

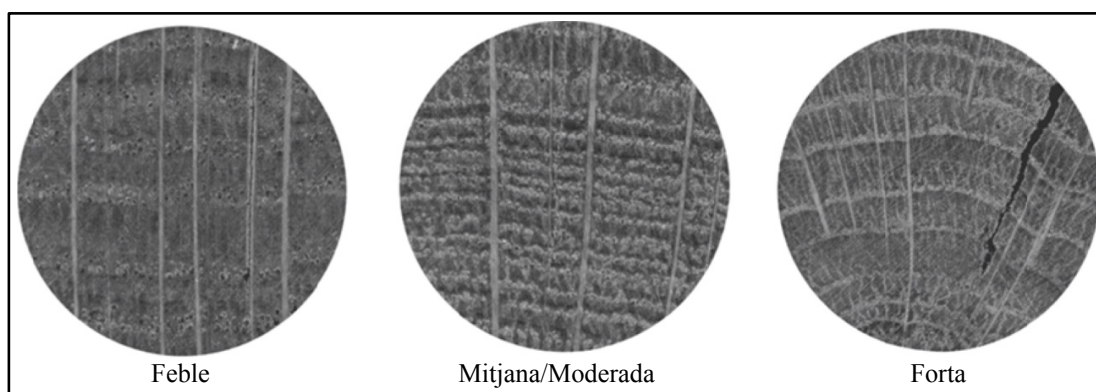
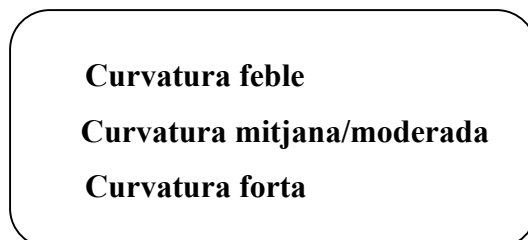


Figura 3.3.7. Plantilla per avaluar la curvatura dels anells de creixement (modificada de Marguerie i Hunot 2007: 1421).

En el cas del material estudiat en aquest treball s'empra com a base la plantilla de la figura (3.3.7) per classificar tres tipus de curvatura -coincidents amb Martín Seijo (2013: 124)-:



Els fragments amb anells de creixement amb **curvatura feble** procedeixen de la part externa dels **troncs mitjans/grans o branques grans**. Els de curvatura mitjana/moderada procedeixen de la part intermitja dels troncs mitjans i grans o de la part externa de les branques i petits troncs.

<sup>5</sup> <http://www.elmundoforestal.com/terminologia/duramen.html>

Finalment els de curvatura forta corresponen a petites branques i a la zona interna de totes les mides de branques i troncs. Per tant, l'única part que es relaciona amb certesa amb una part concreta de planta de gran calibre és la primera.

En el present estudi s'aplica aquest mètode classificatori de la curvatura als fragments amb una amplada tangencial mínima aproximada del voltant de 3-4 mm i radial de 5 mm, seguint la proposta de Marguerie i Hunot (2007: 1421). Aquestes mides no són necessàries quan els fragments conserven medul·la i/o escorça. En tàxons com *Quercus* sp. perennifoli es descarta aquesta classificació per la manca d'anells corresponents a anys de creixement reals<sup>6</sup>.

### 3.3.3.1.2. Característiques de l'arbre/arbust

La caracterització de l'arbre/arbust consumit té com objectiu determinar un patró selectiu o oportunista en l'obtenció i ús dels recursos (Martín Seijo 2013: 126). En el present treball aquesta caracterització es realitza a través del càlcul directe del diàmetre complet de carbons, la determinació del calibre de fragments de carbó mitjançant anàlisi per imatge i l'edat mínima dels carbons.

L'**obtenció directa del diàmetre complet de la fusta carbonitzada** és possible en els casos on es conserva la medul·la i l'escorça (Carrión Marco 2003: 218). Aquest no coincideix amb el diàmetre de la fusta originària, degut a la reducció de la seva mida, fruit dels processos de combustió. En canvi, sí que pot oferir informació sobre la part de la fusta a la que pertanyia en el seu origen, aproximant-se a la modalitat de la seva obtenció<sup>7</sup>. En els fragments en els que no es conserva el diàmetre sencer, aquest es calcula a través de la mida del radi, desconeixent si la part no conservada d'aquests presentaria anomalies, tals com cors excèntrics. Aquesta anomalia s'imputa a la pendent, al vent o a una disposició irregular dels arbres en la població (Allué 2002: 111).

Un altre mètode emprat en els darrers anys per obtenir una major informació sobre la modalitat d'obtenció de la fusta, és **la mesura quantitativa del calibre del material llenyós arqueològic (amb i sense carbonitzar) mitjançant l'anàlisi per imatge (dendrometria)**. Alguns dels treballs destacats són els realitzats per Dufraisse 2002, 2006; Paradis 2007; Paradis *et al.* 2008, 2013; Dufraisse i García Martínez 2011; Théry-Parisot *et al.* 2011; García Martínez i Dufraisse 2011, 2012; Paradis 2012; Chrzavzez *et al.* 2012; Caruso 2012; Chrzavzez 2013; Caruso *et al.* 2013; Théry-Parisot *et al.* 2016.).

<sup>6</sup> Els falsos anells identificats no corresponen amb anys reals de creixement.

<sup>7</sup> El material constructiu amb empremtes vegetals també pot oferir informació sobre el diàmetre mínim i màxim de cadascuna, com indica Martín Seijo (2013: 126). Aquest es preveu analitzar-lo en futurs estudis.

L'anàlisi dendromètrica realitzada en el present estudi es va desenvolupar durant una estada al *Muséum National d'Histoire Naturelle* (UMR 7209, Archéozoologie et Archéobotanique) d'octubre a desembre de l'any 2011, sota la supervisió de la doctora Alexa Dufraisse i l'assistència de la doctora María Soledad García Martínez (investigadora post doctoral en el moment de l'estada). Alexa Dufraisse segueix una línia de recerca dedicada al desenvolupament de noves eines dendromètriques per l'estudi de la gestió forestal.

Actualment, l'elaboració d'instruments dendromètrics constitueix un eix de recerca determinant en antracologia per esbrinar les característiques de la fusta recol·lectada (Dufraisse i García Martínez 2011: 2). Les mesures obtingudes amb aquest mètode no representen els diàmetres reals de fustes emprades per la combustió, sinó diàmetres aproximats del carbó, ja que la carbonització del material llenyós comporta una pèrdua de massa del 70-80% (Shweingruber 1990a). Les variables que influeixen en el grau de pèrdua concreta d'aquesta massa són diverses, com s'esmenta línies adés: des de l'estat de la fusta abans de la carbonització, la temperatura a la que està sotmesa, les condicions pròpies de l'estructura de combustió, entre altres.

Determinats estudis experimentals -Dufraisse i García Martínez (2011) i García Martínez i Dufraisse (2011, 2012)- documenten la reducció exacta de la massa en fustes actuals per espècies cremades a diverses temperatures (figura 3.3.8). A través d'aquest registre es calcula la mitja dels percentatges dels marges d'error, i s'apliquen als diàmetres obtinguts dels carbons arqueològics per corregir les seves dades, aproximant-les als diàmetres de les fustes originàries explotades.

Com afirma Paradis (2007: 10) "L'elecció de la mida de la fusta és probablement tant important com l'elecció de la mateixa espècie. Per aquesta raó s'han desenvolupat diversos protocols d'anàlisi per arribar a reproduir el calibre de les diferents espècies usades per les activitats humanes"<sup>8</sup>. Entre aquests protocols o mètodes, els aplicats en el present estudi corresponen a dos mètodes quantitius, estimant el radi de curvatura a través de la utilització de l'anàlisi per imatge. Un està fonamentat en la morfologia de l'anell de creixement -mètode del cercle "outil cercle"- (Chrzazvez 2006 a Paradis 2007: 16; Dufraisse i García Martínez 2011: 3) i l'altre està basat en l'angle de dos radis llenyosos i la distància oposada -mètode trigonomètric- (Paradis 2007: 12; Dufraisse i García Martínez 2011: 5; García Martínez i Dufraisse 2011: 187, 2012: 284; Caruso 2012: 98;)<sup>9</sup>. L'equip amb el que s'elabora aquesta anàlisi consta d'una lupa binocular Nikon (magnificació x10), amb connexió directa a una càmera, que permet el tractament d'imatges gràcies al programa "Nis Elements D 3.1".

<sup>8</sup> Cita original (Paradis 2007: 10): "Le choix du calibre du bois est probablement aussi important que le choix de l'essence. Pour cela plusieurs protocoles d'analyses ont été mis au point afin d'arriver à retranscrire le calibre des différentes essences utilisées pour les activités humaines".

<sup>9</sup> Altres mètodes quantitius destacats en el càlcul del calibre de la fusta carbonitzada (però no aplicats en el present estudi) són els de Nelle (2002) i Ludemann (2002, 2006).

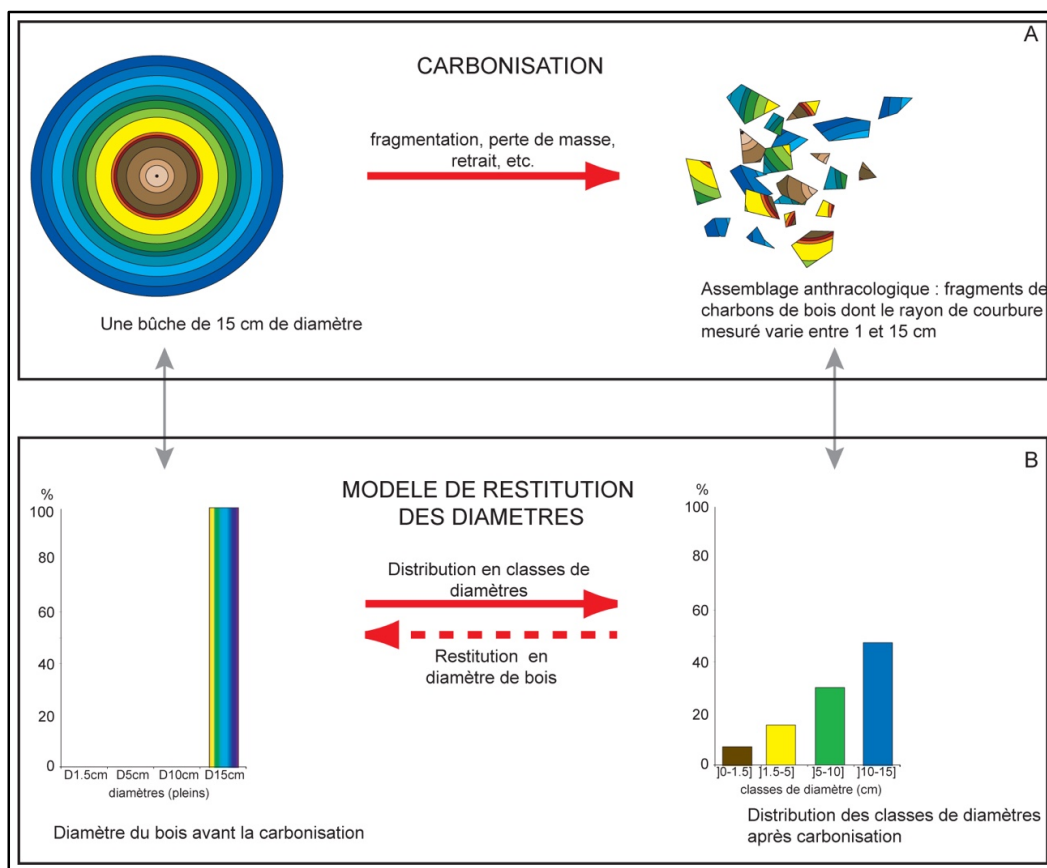


Figura 3.3.8. Principis del model de restitució dels diàmetres de fusta (segons Dufraisse 2002) (Dufraisse i García Martínez 2011: 10).

El primer mètode (figura 3.3.9.A) extrapola un cercle perfecte a partir d'un cert nombre de punts de referència (Dufraisse i García Martínez 2011: 3). Tot i que aquesta eina gaudeix d'una bona utilitat, té certes limitacions. Si els anells de creixement tenen una curvatura forta -branques petites o mitjanes o anells situats a les proximitats de la medul·la-, els resultats tot i tenir algun error, són fiables. Pel contrari, si els anells objecte d'estudi tenen una curvatura feble, pertanyents a la part més allunyada de la medul·la, i són part d'un tronc o branca gran, el marge d'error cada cop és més elevat. Aquest mètode s'utilitza en el present estudi sobre les rodanxes actuals de *Pinus halepensis*, emprades com a referència sobre els carbons arqueològics, per esbrinar quin dels dos mètodes ofereix un marge d'error més baix.

El segon mètode (figura 3.3.9.B) permet estimar la distància existent entre la medul·la i l'anell de creixement, gràcies a l'ajuda de la fórmula trigonomètrica del triangle rectangle (Dufraisse i García Martínez 2011: 3) (figura 3.3.10). El càlcul del calibre dels carbons arqueològics mesurats de Minferri es realitza a través d'aquest mètode, per l'oferiment de marges d'error acceptables.

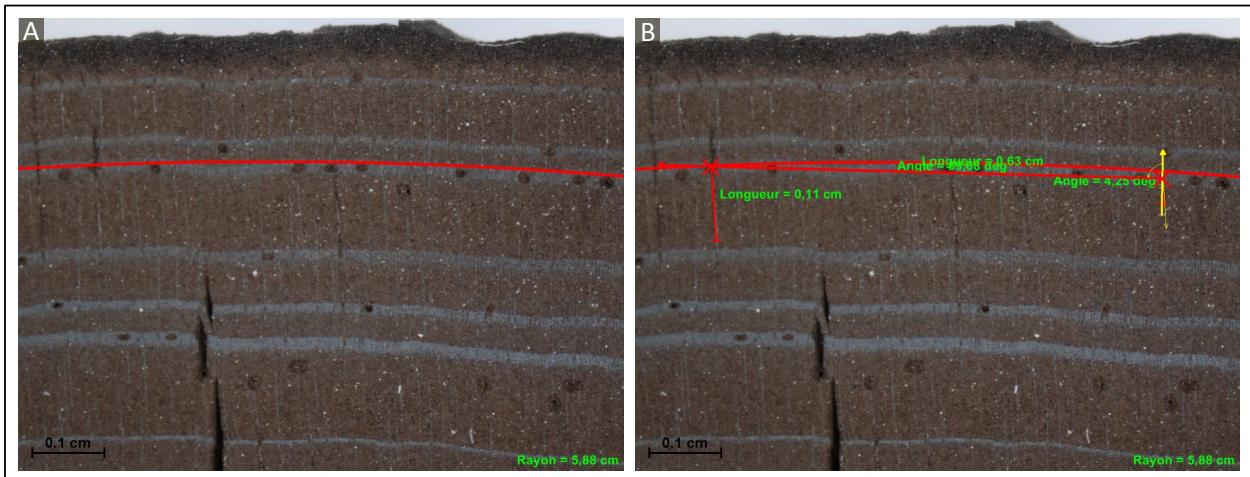


Figura 3.3.9. A: Mètode de cercle “outil cercle”. B: Mètode del “outil cercle” i trigonomètric. Ambdós aplicats a una fusta actual de *Pinus halepensis* (imatge realitzada amb l’equip d’imatge proporcionat pel *Muséum National d’Histoire Naturelle* -UMR 7209, Archéozoologie et Archéobotanique-).

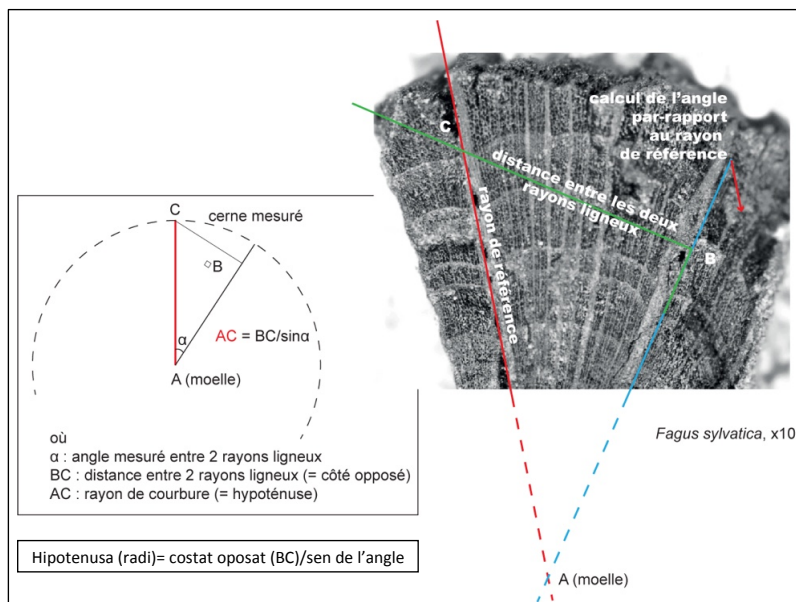


Figura 3.3.10. Principi del mètode trigonomètric i aplicació sobre un fragment de faig (modificada de Dufraisse i García Martínez 2011: 4).

Aquests marges es calculen a través del referencial creat per les especialistes ja citades, Alexa Dufraisse i Maria Soledad García Martínez (Dufraisse i García Martínez 2011; García Martínez i Dufraisse 2012), basant-se en la mesura de diverses rodanxes de *Pinus halepensis* actuals, abans i després de la seva carbonització. Aquestes mides no s’elaboren de manera aleatòria, sinó a través de la divisió de la superfície transversal en diverses classes. Aquestes classes o zones, que pertanyen a diferents diàmetres de fusta, són cinc: de 0 a 2 cm, de 2 a 5 cm, de 5 a 10 cm, de 10 a 14 cm i més de 14 cm. De cada classe es realitza un nombre de mesures establert a través de les dues tècniques ja presentades -“outil cercle” i mètode trigonomètric-, les quals, en disposar del nombre real del diàmetre del referencial, permet esbrinar quin seria el marge d’error de cada tècnica. Aquest marge és el que s’aplica en la correcció de les mides calculades sobre els carbons arqueològics analitzats.



Per altra banda, i a títol exploratori, també es corregeixen els resultats en brut de les mesures dels carbons arqueològics d'acord amb l'experiment realitzat per M.S. García Martínez. En aquest es registra la retracció tangencial i radial de certes rodanxes de *Pinus halepensis* actuals per l'efecte de la carbonització, tot i calculant quin és el percentatge de diàmetre perdut (figura 3.3.11). Un cop aplicades aquestes correccions a les mesures dels carbons arqueològics, s'obtenen unes dades aproximades de quin podria ser el diàmetre mínim en el seu origen arbori/arbustiu.

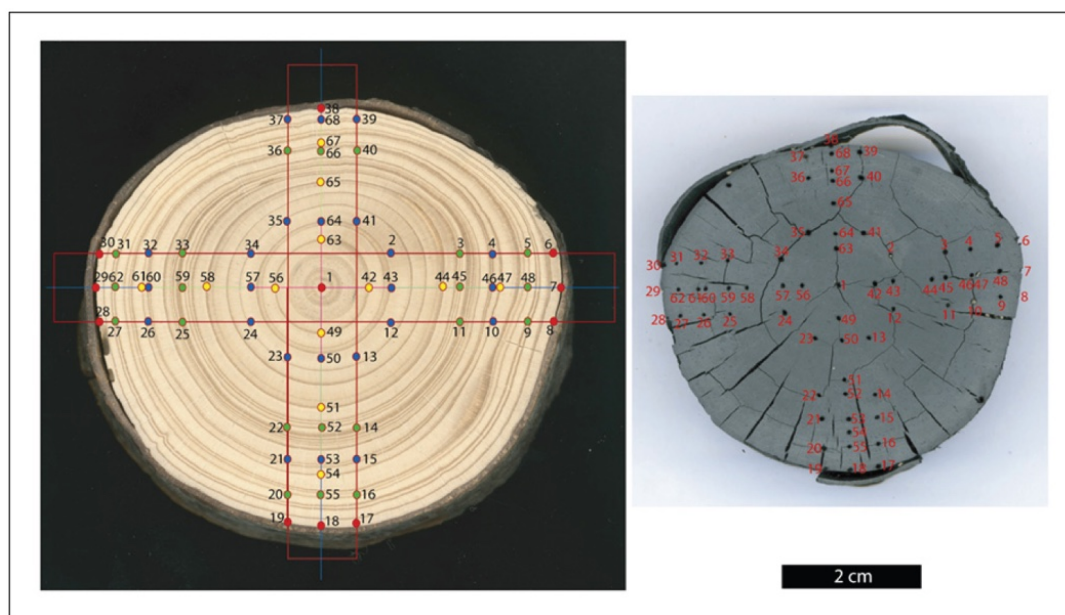


Figura 3.3.11. Reducció clarament perceptible entre una fusta abans i després de la seva carbonització (García Martínez i Dufraisse 2012: 286).

A més de la realització de mesures sobre el material arqueològic aquestes tècniques s'apliquen sobre dues rodanxes de *Pinus halepensis* actuals per ampliar les dades referencials obtingudes. La primera rodanxa carbonitzada correspon a una mesurada prèviament per M.S. García Martínez (anomenada R5). La següent és una nova rodanxa (anomenada R4). Aquesta darrera, un cop mesurada, abans de la seva carbonització, es talla en diverses porcions i cadascuna es carbonitza a diferents temperatures (300° i 400°) i temps de combustió predeterminat (figura 3.3.12).

Els mètodes exposats s'apliquen a un determinat nombre de restes de *Pinus halepensis* procedents del jaciment de Minferri. L'elecció d'aquest jaciment es deu a l'estat de la present recerca en el moment de l'esmentada estada. La tria d'aquesta espècie es deu a l'elevada representativitat de la mateixa dins el jaciment i a la major mida dels seus fragments entre la resta dels tàxons. A més, aquesta espècie coincideix amb un dels tàxons amb els que García Martínez aplica aquest mètode, disposant consegüentment de rodanxes actuals prèviament

carbonitzades, amb l'objectiu d'utilitzar-les com a referència en la correcció dels marges d'error esmentats.

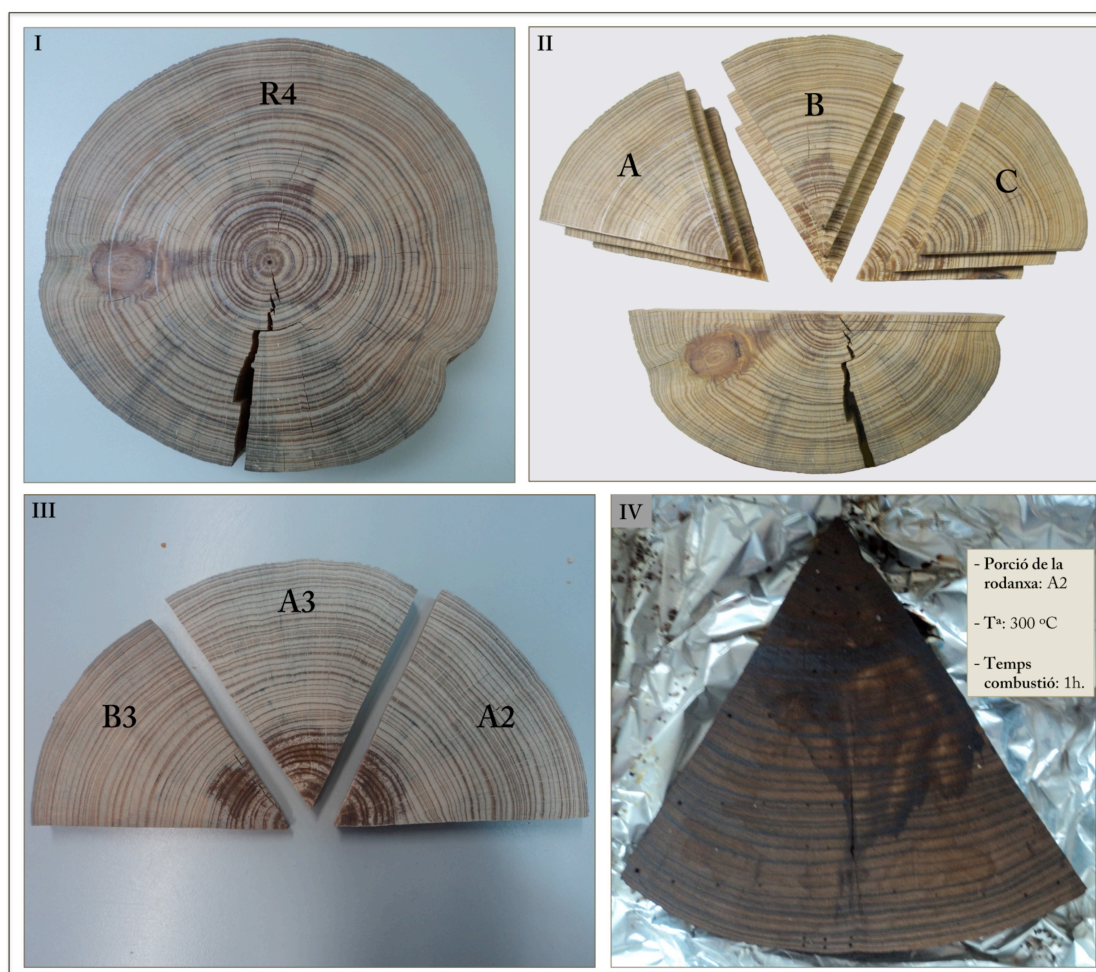


Figura 3.3.12. Rodanxa i porcions actuals de *Pinus halepensis*. (I) Rodanxa (R4) abans del seu tractament. (II) Divisió de la R4 en porcions: A (A1, A2, A3), B (B1, B2, B3) i C (C1, C2, C3). (III) Porcions mesurades en el present estudi. (IV) Exemple d'una porció de la rodanxa R4 cremada en un temps i temperatura determinats (a partir d'imatges de M.S. García Martínez, 2011).

En el present estudi també es registra el **nombre d'anells de creixement que conté cada fragment**. Aquest recompte permet esbrinar els anys de vida de la planta quan es conserva l'escorça i la medul·la, que són les parts que ofereixen aquesta dada. Quan aquestes manquen, en canvi, permet determinar només l'**edat mínima** d'aquesta. El seu comptatge es realitza a través de la visualització del pla transversal sota el mateix microscopi emprat per la identificació taxonòmica -microscopi òptic amb llum reflectida-.

Segons Martín Seijo (2013: 127), aquest registre permet obtenir informació sobre intervals de poda. Tanmateix, una elevada fragmentació dels carbons pot distorsionar les dades, sobrerrepresentant anells de creixement que en un origen formarien part de la mateixa planta. Per aquesta raó, i com a mode exploratori, l'estudi del nombre d'anells per tàxon i fragment

identificats per cadascú s'aplica a Minferri, a través de quatre categories d'edat basades en el nombre d'anells per fragment analitzat:

**Categoria 1:** >0-5 anells

**Categoria 2:** >5-10 anells

**Categoria 3:** >10-20 anells

**Categoria 4:** >20 anells

### 3.3.3.1.3. Estacionalitat de mort de la planta

La conservació de l'escorça al material antracològic fa possible l'aproximació al moment de la tala o mort de la fusta (Celma 2009: 86). Aquesta no és molt freqüent en contextos arqueològics, ja que normalment és el primer que es crema en el procés de combustió. Però existeixen casos on sí que es conserva (Caruso 2012: 102).

Descobrir l'estacionalitat de mort de la planta és possible a través de l'observació de la posició del darrer anell de creixement en contacte amb l'escorça, ja que aquest és l'últim que forma la planta abans de la seva tala (Carrión Marco 2003: 218, 235) o mort per causes naturals. L'observació de l'últim anell permet estimar, per tant, el moment del cicle vegetatiu en el que es troba la planta ja que s'atura el seu creixement (Caruso 2012: 102).

La mostra de carbó analitzada amb escorça pot procedir d'una poda/tala intencionada humana o de restes de desfeta i descomposició del bosc. En aquest darrer cas cal considerar-la, segons indica Celma (2009: 86), com una dada dendroecològica. Aquesta pot reflectir diferents moments de mort de les branques o troncs, pertanyents a diferents èpoques de l'any<sup>10</sup> el que podria ser resultat d'una recol·lecció de fusta morta del bosc. Pel contrari, l'obtenció de fusta a través de la poda/tala pot oferir troncs o branques amb una estacionalitat de mort coincident (Caruso 2012: 38). Tanmateix, aquesta darrera també pot informar sobre una activitat perllongada en el temps, tant per obtenir diferents graus de flexibilitat de la fusta, com conseqüència d'emmagatzematge de la fusta, ja que la construcció exigeix una certa planificació (Carrión Marco 2003: 235).

Els anells de creixement -tant de les angiospermes com de les gimnospermes- es divideixen en tres tipus de fusta, visualitzades en el pla transversal: fusta inicial, final i de transició (figura

<sup>10</sup> Sent múltiples les causes de la seva mort (vent, neu, etc.).

3.3.13). La “fusta inicial” o primerenca correspon al moment favorable pel creixement de la planta. Aquesta té cèl·lules i vasos de major mida, pertanyent al període anual de major creixement vegetatiu, i per tant, d’una circulació més abundant de la sàvia. La “fusta final” o tardana es relaciona al període anual desfavorable pel seu creixement, amb cèl·lules estretes i vasos de mida petita. La “fusta de transició” és la zona del pas d’una a l’altra -sent més o menys brusca- (Schweingruber 1996). Per tant, el tipus de fusta documentada en el darrer anell de creixement junt a l’escorça, és la que registra l’estacionalitat de mort de la planta, però no l’estacionalitat d’ocupació del nivell arqueològic (Caruso 2012: 37, 38).

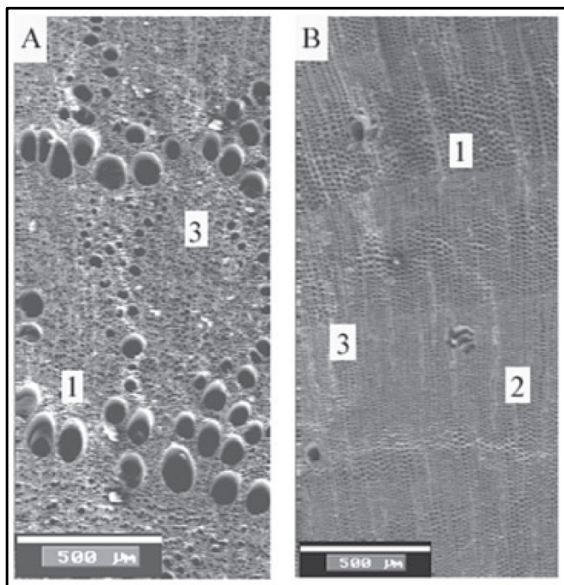


Figura 3.3.13. A: Plans transversals de parts de l’anell de creixement de *Quercus* sp. caducifoli (angiosperma). B: *Pinus halepensis* (conífera). 1: Fusta inicial; 2: Fusta final; 3: Fusta de transició (Carrión Marco 2003: 214).

Existeixen espècies en els quals és difícil detectar diferències dels diàmetres cel·lulars entre la fusta primerenca i la tardana, i pel contrari, altres presenten divergències molt marcades entre ambdues (Schweingruber 1996). A més de les característiques pròpies de cada espècie, els arbres que creixen en regions amb estacions de l’any ben marcades, presenten anells de creixement clarament definits, mentre que els que creixen en llocs on les condicions climàtiques es mantenen constants durant gran part de l’any, tenen anells de creixement poc notables. És comú trobar en alguns troncs anells de creixement discontinus o els esmentats falsos anells de creixement. Aquests dificulten la determinació exacta de l’edat d’un arbre. La seva formació pot atribuir-se a causes externes -gelades tardanes, defoliació, fluctuacions climàtiques en general, entre altres- que alteren el funcionament normal del cambium (Schweingruber 1996). En el present estudi per exemple, s’observen falsos anells tant a gimnospermes -*Pinus halepensis*- com a angiospermes -*Quercus* sp. perennifoli-.

Considerant això, els estudis sobre aquesta característica poden contribuir a comprendre les modalitats de recol·lecció i procés de formació del conjunt (Caruso 2012: 103), possibilitant la detecció d’activitats relacionades amb la poda/tala en certs casos, i/o registrar el consum de

llenya i fusta amb escorça (Martín Seijo 2013: 127). Sigui quina sigui la seva interpretació, l'important, i alhora més complicat, és aconseguir un nombre de fragments representatius que conservin aquesta part de la fusta.

#### 3.3.3.1.4. Alteracions produïdes durant la vida de la planta

Tot i que les alteracions durant la vida de la planta registrades tan sols es visualitzen a nivell microscòpic (no incidint en el tipus de recol·lecció per part dels habitants de l'època) (Celma 2009: 88), la seva presència o absència pot influenciar en la caracterització del tipus de fusta emprada i aportar dades sobre les estratègies d'aprofitament d'aquest recurs (López Bultó 2015: 81; Martín Seijo 2013: 127). Aquestes alteracions són mecanismes de defensa amb els que els vegetals segellen el seu origen a través d'una estructura cel·lular més forta, per superar-la i preparar l'estructura pel seu posterior creixement anual (Celma 2009: 88). En el present estudi es documenten tres tipus d'alteracions relacionades amb el creixement de la planta: nus, fusta de reacció i canals resinífers traumàtics. El **nus** en ser també una part de la planta ja s'ha descrit anteriorment (apartat 3.3.3.1.1).

La **fusta de reacció** es genera quan el creixement d'un arbre/arbust es troba sota l'acció de tensió mecànica (Caruso 2012: 69). Aquest és un creixement que constitueix l'estructura anatòmica més densa i reforçada (Celma 2009: 81), i succeeix en una branca o tronc inclinat (Marguerie i Hunot 2007: 1418).

En algunes parts de la planta la fusta de reacció és present per la constant tensió exercida per la força de la gravetat i el creixement extensiu horitzontal del brancatge (Celma 2009: 81). Les causes de la seva aparició poden deure's a la varietat de condicions mediambientals -com lliscament de terra, neu i vent, etc.- o a les diverses formes de la competència per la llum o aigua (McParland *et al.* 2010: 2685).

La fusta de reacció es troba sota la força de tracció o tensió, o sota la de compressió. La *fusta de compressió* es produeix generalment en les gimnospermes -coníferes- (Celma 2009: 81; Caruso 2012: 69; Martín Seijo 2013: 127) com a reacció de la pèrdua de la verticalitat (temporal o permanent) de les plantes (Diaz-vaz 2003: 125). Aquesta es produeix en la zona de la fusta que està en la cara interna de la inclinació dels arbres (Caruso 2012: 69). La *fusta de tracció o tensió* succeeix generalment en les angiospermes (Celma 2009: 81; Caruso 2012: 69; Martín Seijo 2013: 127), produint-se en la cara oposada a la inclinació, on es troba un major creixement diametral (Caruso 2012: 69).

Aquesta alteració és anatòmicament determinable en els tres plans del fragment de carbó. En el transversal les parets de les cèl·lules traqueides apareixen engrossides i mostren ranures radials

en la seva superfície interna. En el pla tangencial i/o radial s'identifiquen marques d'estries paral·leles i alineades obliquament en angle de 40-45° en relació amb l'eix de les cèl·lules, formant hèlixs al voltant de la cèl·lula. Aquest tipus d'alteracions de la fusta són visibles especialment en els talls radials de les gimnospermes (Martín Seijo 2013: 128; Marguerie i Hunot 2007: 1418).

En el present estudi s'identifica la fusta de reacció a través dels plans longitudinals -radial i tangencial- (figura 3.3.14), ja que aquesta característica en el pla transversal molt sovint es confon amb l'engruiximent de les parets cel·lulars de la fusta final de creixement (Celma 2009: 81).

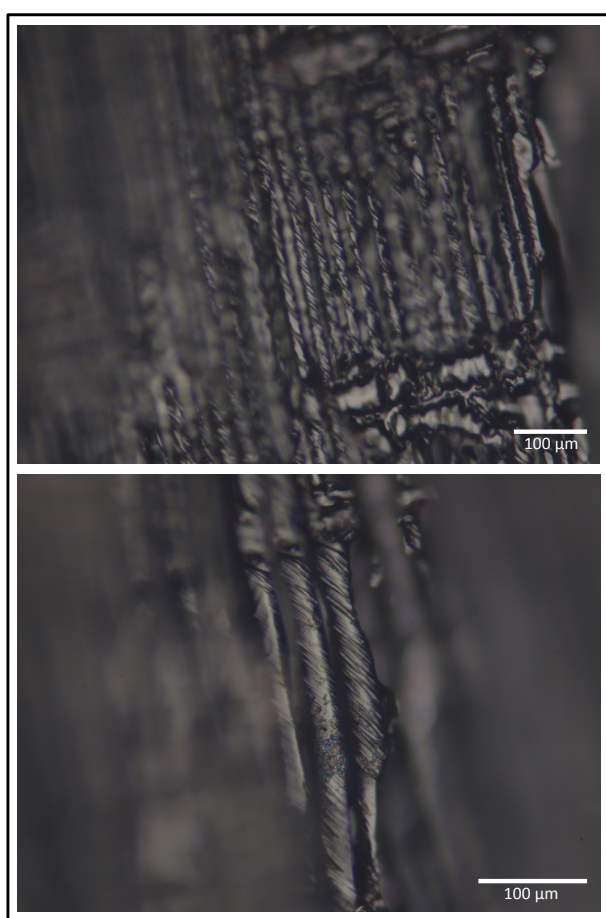


Figura 3.3.14. Fusta de reacció del pla radial d'un fragment de *Pinus halepensis* de Minferri (UE 2293, SJ-137, núm. de fragm. 1).

Els **canals resinífers traumàtics** són alineacions tangencials que s'observen en el pla transversal (figura 3.3.15). Aquestes es produeixen tan sols en una part de les coníferes (Celma 2009: 89). Apareixen inclús entre aquells tàxons -pertanyents a aquesta subclasse- en els que normalment no es troben canals resinífers, com a resposta a una agressió (Schweingruber 1990a: 188). Sorgeixen durant el desenvolupament del xilema secundari -fusta procedent del cambium (teixit vegetal situat entre l'escorça i el lleny)- després de l'atac d'insectes, fongs o degut a l'acció mecànica del vent (Martín Seijo 2013: 129).

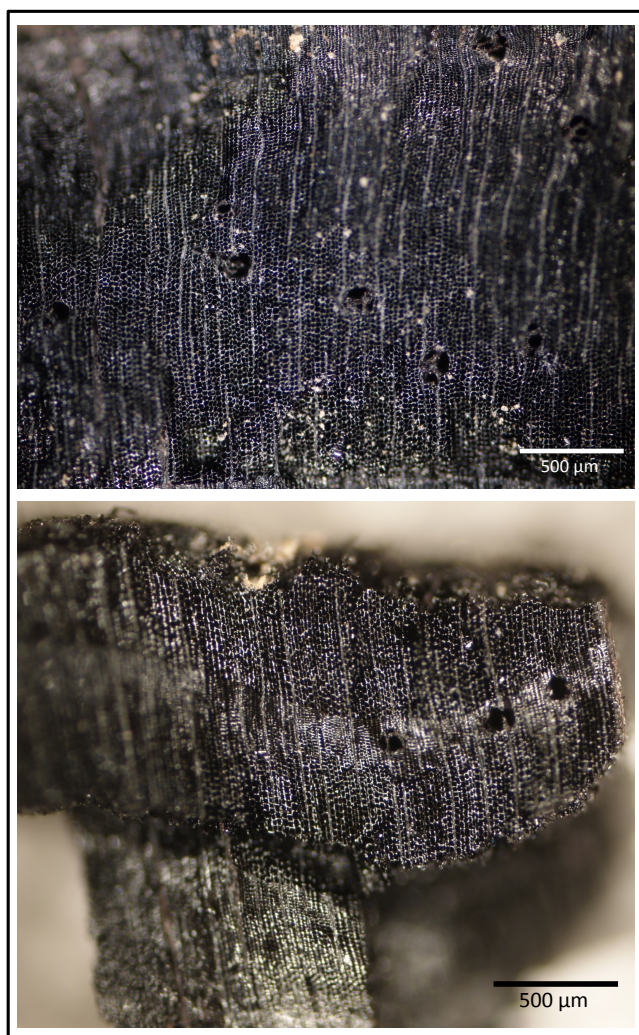


Figura 3.3.15. Canals resinífers traumàtics d'un fragment de *Pinus halepensis* de Minferri (UE 2293, SJ-137, núm. de fragm. 4).

Existeixen altres alteracions produïdes durant la vida de la planta, però que no s'identifiquen en el present estudi -anells sinuosos, cicatrius i callositats, cors excèntrics, interval d'anells més amples i més estrets, entre altres-.

#### 3.3.3.1.5. Alteracions causades per microorganismes (biològiques)

A través d'experimentacions, com les realitzades per Théry-Parisot 1998), es demostra que les alteracions per microorganismes -biològiques- poden produir-se durant la vida de la planta, en la fusta morta abans de la combustió -inclús durant el període d'emmagatzematge de la fusta recol·lectada- i/o fins i tot degut a les condicions postdeposicionals en les que es conserven les restes arqueobotàniques (Martín Seijo 2013: 135; Carrión Marco 2003: 219; Dufraisse 2006: 48, 50). Segons Carrión Marco (2003: 235), la inexistència d'aquest tipus d'alteració fa poc viable un llarg emmagatzematge de la fusta.

Quan aquestes es produeixen en la vida de la planta o abans de la combustió, poden modificar les propietats i la qualitat de la fusta i, en conseqüència, el seu rendiment com a combustible. A més

indiquen un cicle llarg entre l'obtenció de llenya i el seu consum, o l'ús de la fusta en construcció o per l'elaboració de manufactures (Martín Seijo 2013: 135). Per tant, les propietats combustibles augmenten a mesura que la fusta es degrada -per fongs i insectes xilòfags- (Badal 2004: 69), però disminueix la seva qualitat tèrmica (Théry-Parisot i Texier 2006 a Caruso 2012: 36). No afecta en alguns casos l'aparença de la fusta, però sí la seva penetrabilitat (Allué 2002: 110) i pèrdua de duresa i resistència (Carrión Marco 2007: 9). Això es deu a diversos tipus de descomposició, fruit de diferents classes de podridura ocasionada per aquests microorganismes en cadascuna de les fustes atacades (Blanchette 2000: 189-204).

La presència de microorganismes en els fragments analitzats en aquest treball s'identifica a través de l'evidència de l'acció d'hifes -part constituent de la majoria dels fongs- i d'insectes xilòfags. L'anàlisi d'aquestes restes pot orientar en qüestions medioambientals -a través de les condicions en que aquests atacs poden produir-se- i en els processos biològics que van alterar la fusta o el carbó -causant la destrucció de les estructures de la fusta- (Badal 2004: 69; Euba *et al.* 2008: 307).

La presència de **fongs** en la fusta es manifesta a través de canvis de colors, de modificacions de les característiques físico-mecàniques i de les mateixes **hifes** (Schweingruber 1990a: 194). Aquestes darreres, que són un “filament més o menys ramificat i microscòpic que, en gran nombre, constitueix l'aparell vegetatiu o miceli de la majoria dels fongs<sup>11</sup>”, són les determinades en els carbons analitzats en el present estudi, a través de la presència d'aquests micelis que es desenvolupen a l'interior de l'estructura de la fusta en forma de filaments (Euba 2008: 135; Martín Seijo 2013: 136) (figura 3.3.16). Entre aquestes no és possible la identificació de l'espècie del fong, ja que la forma i dimensió de les hifes, i la de les seves espores vegetatives, són també variables -tant en la fusta recent com subfòssil- (Schweingruber 1990a: 194). Les hifes s'observen en els tres plans del carbó -transversal, longitudinal tangencial i longitudinal radial- i, tot i ser visibles en un microscopi òptic de llum reflectida, és convenient la utilització de microscopi electrònic de rastreig (García Martínez 2009: 128).

Aquest tipus de fong afecta les parts de la planta no protegides amb l'escorça, sota unes condicions òptimes -amb temperatures altes a l'estiu i quan la humitat de la fusta és entre 70-90%- (Schweingruber 1990a: 194). Posteriorment es transmet per l'estructura cel·lular a través de les puntejades intervasculars i ataca en especial a les parets, que pateixen un important aprimament i pèrdua de consistència. Com a conseqüència d'aquest atac la fusta es fa tova i es trenca fàcilment a través d'esquerdes longitudinals i transversals (Carrión Marco 2005b: 114), ja que aquestes canvien les condicions físiques i químiques de la fusta (Allué 2002: 110).

<sup>11</sup> <http://dlc.iec.cat/results.asp?txtentrada=hifes&Submit2=Cerca+directa+al+diccionari>



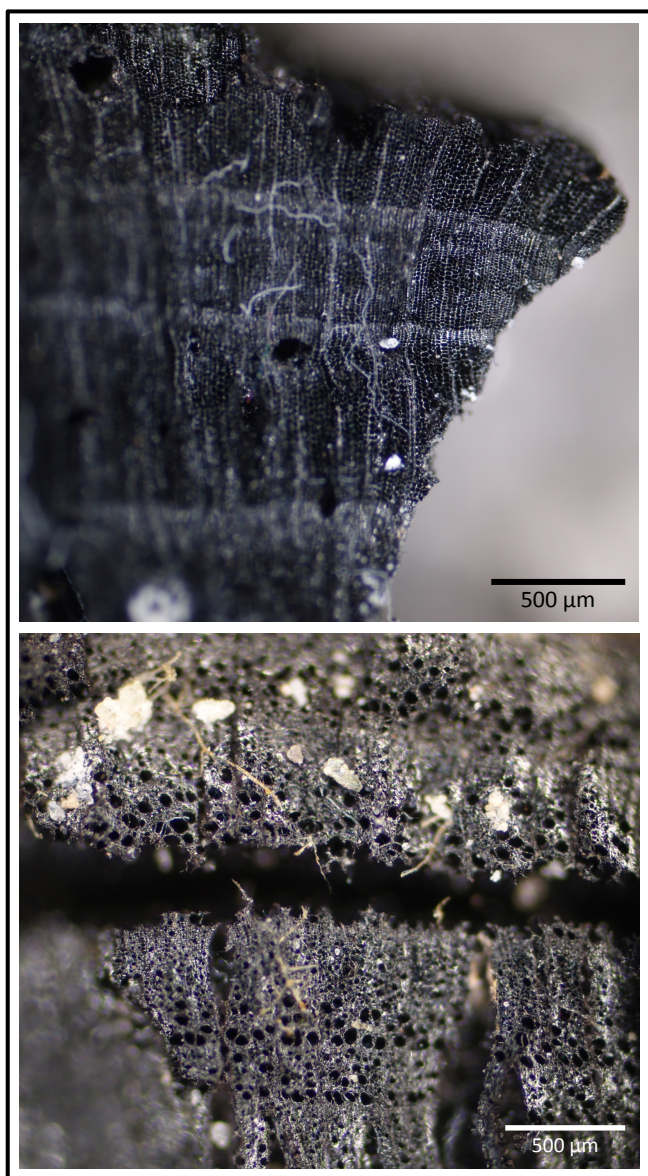


Figura 3.3.16. Hifes de dos fragments de Minferri (junt a altres alteracions). Imatge superior: hifes blanquinoses, *Pinus halepensis* (UE 2300, SJ-137, núm. 5). Imatge inferior: hifes marronoses, Cistaceae (UE 2291, SJ-127, núm. de fragm. 1).

Es considera que aquest atac és anterior a la combustió, no sent possible la determinació del moment en que es produeix la contaminació de la fusta per hifes en el passat (Caruso 2012: 71). Aquestes s'instal·len majoritàriament a la fusta un cop l'arbre està mort o en procés de descomposició i en condicions aeròbiques (Euba 2008: 135; Martín Seijo 2013: 136; Caruso 2012: 71), però també poden afectar a individus vius (Dufraisse 2004: 48). També existeixen altres fongs que creixen en les àrees cremades, i poden ser responsables de la degradació del carbó. Tanmateix, aquests no són especialitzats en la descomposició del carbó vegetal i el seu hàbitat està relacionat amb sòls tractats tèrmicament, estimulant la seva germinació (Moskal-del Hoyo *et al.* 2010: 2108).

Altres estudis relacionen la freqüent presència de fongs -en la fusta arqueològica- amb la contaminació posterior a la recol·lecció. Concretament durant el període de temps que aquesta

fusta és usada pels habitants de l'època com a part d'una estructura, exposada a l'aire i a la humitat (Carrión Marco 2007: 9).

A més de la incertesa respecte el moment de l'afectació de la fusta, existeix un altra variable, ja que no totes les espècies vegetals, ni totes les parts de la fusta presenten una mateixa resistència a l'atac dels fongs (Carrión Marco 2005b: 114). Per exemple, l'olivera té una fusta densa, de textura fina, resistent a l'abradió i, moderadament, a l'atac dels fongs (Badal 2005: 40), mentre que la fusta dels pins presenta zones de resistència diferents. La fusta final d'aquests darrers apareix molt més alterada que la inicial, les cèl·lules de la qual agafen un aspecte sinuós, proper a la vitrificació (Carrión Marco 2005b: 114).

Respecte els **insectes xilòfags**, en el present estudi no se n'observen de fossilitzats per la combustió, sinó la **galeria** –forat- creada pels mateixos, tan vertical com transversal a la fusta (figura 3.3.17 i figura 3.3.18). Les larves poden fer galeries en vertical, però obligatòriament per sortir a l'exterior del tronc i aparellar-se han de fer una galeria transversal cap a l'escorça -horitzontal-. Ambdós tipus de galeries es poden veure en els tres plans anatòmics de la fusta (Carrión Marco i Badal 2004 a Euba *et al.* 2008: 308).

L'insecte, a mesura que va consumint els teixits vegetals, va deixant els seus excrements en el seu lloc, cobrint aquestes perforacions amb aquests i/o amb serradures de la pròpia fusta. Per aquesta raó les galeries són fàcilment distingibles a través del rebliment de parts de teixit cel·lular completament desordenat. En determinades ocasions l'insecte aprofita les parts menys resistents de la fusta, o aquelles que li faciliten el seu pas (Carrión Marco 2003: 183; Badal 2005: 42; Euba *et al.* 2008: 313).

A l'igual que els fongs, fins al moment es desconeix en quin moment de vida o mort de la planta afecten aquests insectes en el material antracològic, ja que s'instal·len en ambdós casos (Fischesser 2000 a Euba 2008: 11; Carrión Marco 2005b: 115; García Martínez 2009: 131). Aquesta informació seria possible si s'aconseguís determinar el tipus d'insecte ja que, depenent de l'espècie i la coneixença de les seves preferències ecològiques, aquesta s'instal·la en fustes mortes, vives, o indistintament (Moskal-del Hoyo *et al.* 2010: 2107). Per endinsar-se en aquest camp és necessària la consulta d'especialistes en entomologia forestal i una col·lecció de referència de carbons amb aquest tipus d'alteració (Caruso 2012: 74)<sup>12</sup>. Un dels aspectes per discriminar si l'atac dels insectes es realitza durant la vida o mort de la planta, segons López Bultó (2015: 86) és a través de l'aparició de respostes o adaptacions, en forma de canvis en l'anatomia de la fusta al voltant del forat (com l'aparició de lignificació, presència de teixit callós, etc.).

<sup>12</sup> Celma (2009: 84) elabora un primer intent per relacionar els tipus d'insecte atacant (o en estat larvari) a través del diàmetre de les galeries d'insectes dels fragments de carbó analitzats.

Les galeries dels insectes xilòfags són visibles a pocs augments i poden assolir dimensions considerables (Carrion Marco 2005a: 275). En les dues figures següents s'observen dos fragments amb galeries d'insectes de diferents mides procedents de Minferri, un vist a ull nu (figura 3.3.17) i l'altre a través de microscopi electrònic (figura 3.3.18).



Figura 3.3.17. Galeries d'insectes d'un fragment de *Pinus halepensis* identificat a Minferri (UE 2293, SJ-137, núm. de fragm. 19).

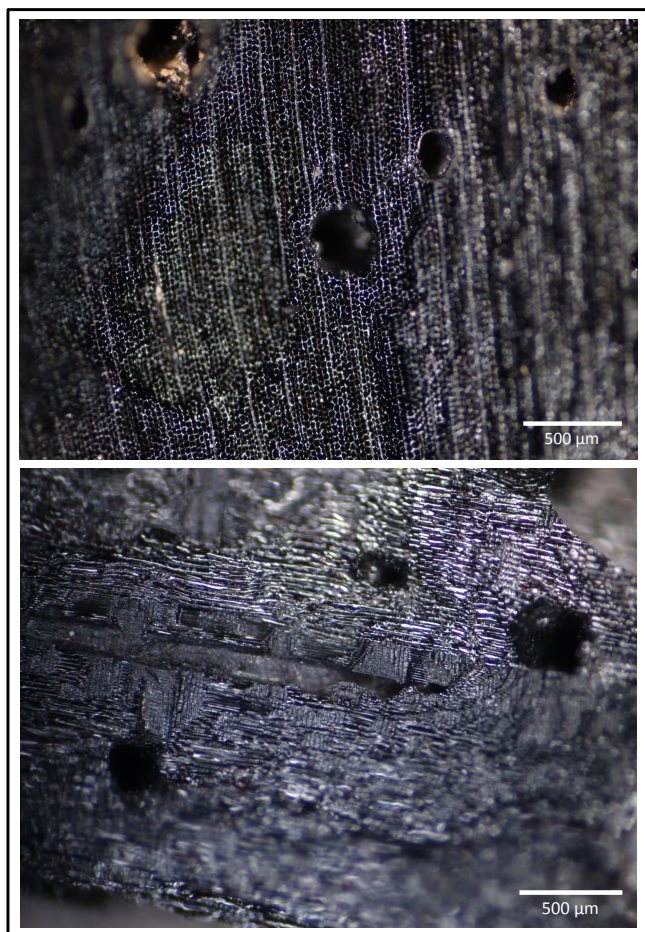


Figura 3.3.18. Galeries d'insectes vist sota microscopi de Minferri de *Pinus halepensis* (UE 2196, FS-115, núm. de fragm. 3). Imatge superior: pla transversal. Imatge inferior: pla radial.

Aquests insectes viuen i s'alimenten de la fusta durant tot el seu cicle de vida. La seva elevada capacitat reproductora els converteix en grans destructors dels organismes vegetals. La humitat, la temperatura i el contingut en fongs de descomposició influeix directament en l'atac i desenvolupament d'aquests insectes a l'interior de la fusta (Carrión Marco 2005b: 115), presentant dificultats addicionals en la identificació de la causa de la degradació de la fusta (Moskal-del Hoyo *et al.* 2010: 2108).

Tot i no constatar les condicions en que aquests insectes ataquen la fusta, Martín Seijo (2013: 136) afirma que aquest tipus d'alteració és especialment freqüent en la fusta de construcció o en objectes elaborats en fusta. Carrión Marco i Badal (2004 a Carrión Marco 2005b: 115) en el seu cas també observen una presència més constant, i major grau d'atac d'aquests microorganismes, en la fusta de construcció analitzada. Aquesta seria causada, segons indiquen les mateixes autores, per la permanència de la fusta sense carbonitzar sota condicions d'intempèrie, i freqüentment, d'alta humitat. Dos paràmetres fonamentals per la contaminació de la fusta.

Badal (2001 a Carrión Marco 2005b: 115) comenta que la fusta morta existent en les formacions vegetals de l'època -tant infectada (per fongs i/o insectes), com sana- seria aprofitada pels grups humans. La mateixa autora es basa en l'observació de la pràctica de la recollida de llenya en societats actuals en les que aquesta constitueix el principal combustible. Corrobora l'oportunisme d'aquesta activitat i la valoració de l'estalvi d'esforç. A més la fusta morta guanya en combustibilitat -com es presenta línies adés-, per la qual cosa pot resultar molt convenient en l'encesa del foc (Carrión Marco 2005b: 115).

Tot i l'esforç per descobrir el moment i les condicions de l'afectació de la fusta carbonitzada per aquests microorganismes -ja sigui a través del material arqueològic, d'experimentacions, o l'anàlisi antropològica com a font d'informació paleoetnogràfica-, cal tenir present l'existència d'un context arqueològic concret per cada jaciment, indicant la possibilitat de diferents models d'interpretació (Moskal-del Hoyo *et al.* 2010: 2115).

### 3.3.3.2. Alteracions tafonòmiques

A més de les alteracions ja exposades, produïdes durant la vida de la planta i per microorganismes -biològiques-, en el present estudi també es documenten les alteracions tafonòmiques de la fusta carbonitzada. Els tres tipus d'alteracions es presenten per separat degut a la desconexió del moment exacte en el que es produeixen, ja que les dues primeres tant poden produir-se durant la vida de la fusta com quan és morta. Tanmateix, totes gaudeixen d'un nexa comú, ja que permeten comprendre la transformació del material llenyós i estudiar les diferents modalitats de la seva obtenció per part dels diferents grups humans (Caruso 2012: 36).

Pel que fa a les alteracions tafonòmiques, aquestes són complicades de distingir. Primer cal definir els paràmetres emprats en el present estudi, ja que la paraula tafonomia no està universalment acordada (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 142). El concepte tafonomia, encunyat per I. A. Efremov el 1940, significa literalment “lleis de l’enterrament” i es refereix a la disciplina científica que s’encarrega del pas dels organismes de la biosfera a la litosfera (Olson 1988: 5, 6). En l’actualitat generalment s’accepta que la tafonomia estudia la totalitat dels processos postmortals: no tractant tan sols els processos després de l’enterrament (*fòssildiagenètics*), sinó també els anteriors a ell -*bioestratinòmics*- (Gutiérrez Zugasti 2008-2009: 53).

Seguint aquesta línia, els processos tafonòmics que afecten els conjunts antracològics en els contextos arqueològics són diversos. S’inicien amb la mort de la planta, per factors naturals i la seva posterior recol·lecció, o per la tala intencionada per part dels habitants de l’època, i afecten fins el descobriment de les restes de carbó vegetal en el context arqueològic. Aquests inclouen a més els processos naturals que modifiquen la tanatocenosis<sup>13</sup>, totes les eleccions i gestos culturals que tenen un impacte sobre els materials vegetals, animals o humans del seu entorn natural a la seva fossilització. Segons Théry-Parisot *et al.* (2010a: 142), la naturalesa d’aquests processos és diversa:

1. Humana
2. Combustió
3. Processos deposicionals i postdeposicionals<sup>14</sup>

El **procés tafonòmic humà** -o filtre social- és el primer, i és el que a través de les seves preferències i accions determina o condiona el conjunt. La manera exacta d’aconseguir la fusta -a través de la tala o recollida- i la forma de gestionar els boscos és diferent en cada període, jaciment i fins i tot grup humà. Per tant el filtre social és una realitat difícil de percebre i alhora el que interessa en història. El **procés de combustió** és el següent filtre que provoca notables modificacions del registre arqueològic. Aquest limita la informació taxonòmica i afecta a la quantitat de fusta inicialment cremada i, per tant, la representativitat del conjunt antracològic. Tot i que la carbonització preserva les característiques anatòmiques originals de la fusta, durant aquest procés es produeixen una sèrie d’alteracions, entre les que destaquen esquerdes i vitrificacions. Un altra alteració relacionada amb la combustió, i que s’inicia en aquest procés, és la fragmentació dels carbons. En els **processos deposicionals i postdeposicionals** succeeixen diversos fenòmens sincrònics o successius que afecten la conservació del carbó: antropogènics

<sup>13</sup> Associació de restes de plantes i d’animals morts  
(<http://dlc.iec.cat/results.asp?txtentrada=tanatocenosis&Submit2=Cerca+directa+al+diccionari>).

<sup>14</sup> Théry-Parisot *et al.* (2010a: 142) exposa que alguns autors indiquen que tan sols els processos postdeposicionals haurien de ser inclosos en la definició de tafonomia.

-trepig<sup>15</sup>, treballs, escombrat i neteja-; organismes vius -bio-pertorbació-; factors atmosfèrics -escorrentia, acció del vent-; col·lusió o lixiviació; restriccions mecàniques com la pressió del sediment -cicles de congelació/descongelació o cicles secs/humits-; i l'enterrament i diagènesi -incluint alteracions químiques<sup>16</sup>- (basat en Théry-Parisot *et al.* 2010a: 144-148). A més, cal tenir en compte els processos de mobilització, referits de forma genèrica a tots els processos naturals i culturals que afecten la disposició i distribució de les mostres: de dispersió, transport i erosió i alteració vertical i horitzontal, etc. (Martín Seijo 2013: 138, 139; Piqué 1999a: 58). Aquest darrer, tot i no documentar-se en aquest treball (degut al mal estat generalitzat dels fragments analitzats, provocat per l'elevada fragmentació i presència constant d'alteracions), poden manifestar-se a través d'una aspecte polit i arrodonit (Euba 2008: 138). No obstant, aquest arrodoniment -observat macroscòpicament-, a més del transport postdeposicional, també pot produir-se degut a la combustió o al treball de la fusta, impeding la distinció entre una alteració i una altra (Allué 2002: 115; Allué *et al.* 2009: 64).

Per últim, la interpretació que es realitzi del conjunt antracològic també depèn dels **factors arqueològics** que intervenen en la formació del conjunt: el mostreig i la recollida en el camp i el treball de laboratori (Piqué 1999a: 42). Aquests poden augmentar la fragmentació dels carbons i causar una problemàtica específica durant la quantificació del material estudiat per la seva interpretació, com s'ha comentat en apartats anteriors.

Les alteracions tafonòmiques registrades en el present estudi, i originàries de diferents processos, són per una banda les esquerdes i vitrificacions i, per l'altra, la fragmentació dels carbons. L'única condició de preservació directa d'aquestes restes és la carbonització provocada pel foc d'origen antròpic<sup>17</sup>. El material recuperat en condicions de preservació indirecta (impressions vegetals sobre diversos materials, sobretot constructius) es preveu analitzar-lo en futurs estudis.

### 3.3.3.2.1. Esquerdes i vitrificacions

Les esquerdes i les vitrificacions es produeixen durant la combustió de la fusta, però aquestes alteracions també poden originar-se en altres processos tafonòmics, com es presenta a continuació. La coincidència d'esquerdes i vitrificacions en un elevat nombre de fragments podria indicar una relació en la seva aparició (figura 3.3.19). Tanmateix, aquesta afirmació manca d'una base sòlida, ja que no ha estat possible determinar amb exactitud les causes d'aquestes alteracions.

<sup>15</sup> En els jaciments on contínuament existeix una activitat ramadera, el trepig és una acció molt important. A part del desplaçament, en aquests casos, el material també pateix una important fragmentació (Euba 2008: 138).

<sup>16</sup> Produïdes també pel tipus de sòl (Lancelotti *et al.* 2010: 307-318).

<sup>17</sup> El procés de combustió es pot produir tant per agents naturals, incendis de plantes vives i mortes, com per agents antròpics, mitjançant la utilització de la fusta com llenya (Caruso 2012: 75).

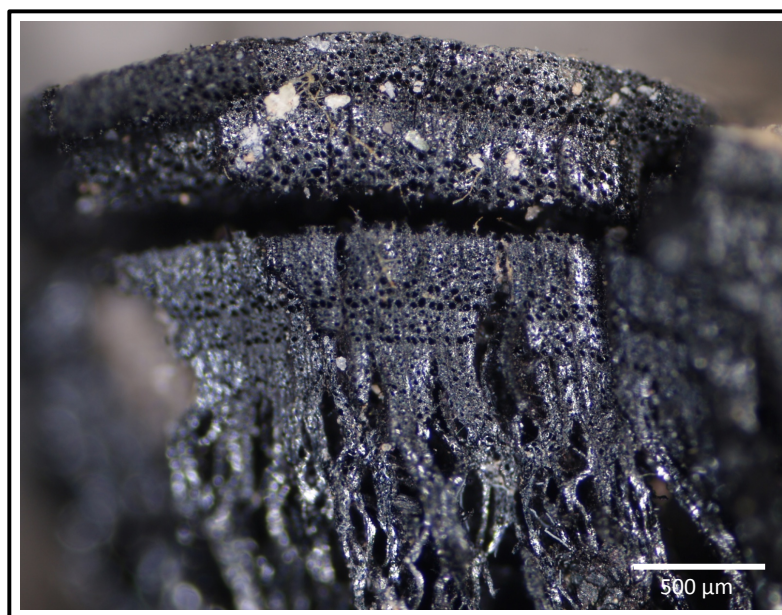


Figura 3.3.19. Presència d'esquerdes (radials i tangencials) i vitrificacions al mateix fragments (a més d'hifes marrons) en un fragment de Cistaceae de Minferri (UE 2291, SJ-127, núm. de fragm. 1).

El procés de combustió dificulta l'obtenció de resultats intel·ligibles, inclús sota condicions controlades, raó per la qual les conseqüències tafonòmiques d'aquest procés són realment difícils d'estimar. A part d'esquerdes i vitrificacions, durant la combustió també es produeix contracció, col·lapse cel·lular, i fragmentació dels carbons (Allué *et al.* 2009: 63), i fins i tot carbons d'aparença semblant a escòria (Allué 2002: 113). La no linealitat del comportament de les espècies respecte el foc sorgeix perquè la combustió afecta aleatòriament als dipòsits, resultant casi impossible de controlar l'efecte sobre el conjunt (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 147).

Per altra banda, les alteracions que es produeixen per aquest procés també es troben directament relacionades amb les condicions de la fustes utilitzades en el desenvolupament d'un foc -seca o verda, sana o degradada- (Caruso 2012: 75). Per exemple, les fustes verdes o degradades per l'atac de microorganismes no es transformen de la mateixa manera per aquesta acció (Allué 2002: 113; Caruso 2012: 36).

A més d'aquests factors existeixen altres paràmetres lligats a la combustió que també influeixen en el producte final de la fusta carbonitzada (Allué 2002: 113; Euba 2008: 135-136; Caruso 2012: 76; Martín Seijo 2013: 132, 133):

- Les condicions de la combustió: temperatura i temps d'exposició (alta temperatura en un període curt de temps, o baixa temperatura durant un llarg període); l'ambient reductor o oxidant (la reductora és més adequada per la carbonització que aquella en la que l'oxigen està present); les característiques del sòl; l'ús d'una única espècie o diverses; etc.

- Les característiques de cada espècie (anatòmiques i composició físico-química de la fusta): tàxon, part de la fusta cremada, conductivitat tèrmica, poder calorífic, porositat, grau d'humitat (els components secs generalment resisteixen millor, ja que l'alliberament d'humitat pot causar distorsions i tornar les restes indeterminables), presència de resines o gomes, calibre de la fusta cremada, densitat, etc.

Les deformacions de l'anatomia degut a la carbonització s'observen tant en la morfologia macroscòpica de la fusta, com en la microscòpica a través de la seva estructura cel·lular (Allué 2002: 112). **Les esquerdes i vitrificacions** es visualitzen amb microscopi i en el pla transversal (Euba 2008: 136).

Diverses autores (Celma 2009: 96; Carrión Marco 2003: 180) documenten les vitrificacions a través de diferents graus, depenent de la seva major o menor presència respecte el fragment analitzat. Seguint això, en el present projecte s'estableix, per ambdues alteracions -i de mode orientatiu-, tres grups o graus en la classificació qualitativa de la seva superfície alterada -degut a la impossibilitat d'establir plantilles per fer un càlcul més aproximat (Celma 2009: 96)-:

**POC alterada:** No afecta elements anatòmics sencers i possibilita la seva determinació taxonòmica

**MIG alterada:** Afecta alguns elements anatòmics, però possibilita la determinació taxonòmica

**MOLT alterada:** L'alteració és tan agressiva que impossibilita la determinació taxonòmica

Aquest registre, a banda de documentar la presència/absència de fragments de carbó amb una o ambdues alteracions (vinculades o no entre sí), relaciona el tipus de grau amb la indeterminació o determinació taxonòmica del carbó. La desconeixença de la o les raons de l'aparició d'aquestes alteracions a cada fragment, implica que el grau de superfície alterada no sigui una dada conclouent. No es descarta, però, que en futurs estudis passi a ser un element discriminatori. A continuació es mostren les diverses raons i condicions en les que poden sorgir aquestes dues alteracions per separat.

Les **esquerdes** són habituals en les fustes i carbons arqueològics. La seva presència està molt condicionada per la pròpia estructura anatòmica de cada espècie (Martín Seijo 2013: 134), podent ser causades per diferents processos (Allué *et al.* 2009: 70). És possible que aquestes apareguin durant el creixement de l'arbre, com adaptació estructural per la superació de condicions extremes mediambientals -per exemple biològiques- (Celma 2009: 94). També durant



processos d'assecat natural de la fusta un cop tallada -en la putrefacció de les fibres i descomposició- (Caruso 2012: 79). Finalment, com ja s'ha esmentat, vinculades a la combustió (Celma 2009: 94).

Els processos postdeposicionals també poden produir esquerdes, fruit de mecanismes que produeixen danys en l'estructura cel·lular del carbó, tant antròpics com naturals -trepig, aigua, gelada-descongelació, pressió de sediments, arrels i microorganismes- (Allué *et al.* 2009: 64). A més, durant el tractament arqueològic, els carbons també poden sofrir esquerdes. Un exemple és el rentat del sediment que conté el material a analitzar, el material carbonitzat -ja siguin llavors com carbons vegetals- s'esquerda si es deixa assecar de manera sobtada -sota els rajos directes de sol-. Per tant, és possible que en un mateix fragment s'observin esquerdes degudes a diversos factors, i que aquestes fins i tot puguin causar una imatge tan distorsionadora de la seva anatomia, que en dificultin la seva identificació taxonòmica (Euba 2008: 136; Piqué 1999a: 71).

No obstant això, el procés que genera més esquerdes és el de combustió, degut a un canvi més important en l'estructura cel·lular de la fusta (Caruso 2012: 79). Aquestes es produeixen durant les primeres fases d'aquest procés, quan es volatilitzen gasos i vapor d'aigua de manera sobtada (Allué 2002: 114; Caruso 2012: 79). En augmentar la temperatura la fusta es contreu de diferent manera en els tres plans anatòmics, raó per la qual s'observa un major nombre d'esquerdes en la secció transversal (Euba 2008: 136), a partir dels vasos o canals secretors i dels radis (Allué 2002: 114).

Aquesta alteració, atribuïda a l'evaporació de l'aigua de la fusta durant les fases de la combustió ja esmentada, sovint es relaciona a l'alta presència d'humitat de la fusta verda, ja que normalment en estat verd les esquerdes són majors (Théry-Parisot 2001 a Euba 2008: 136). (Caruso 2012: 79). Tanmateix, diversos treballs experimentals (Théry-Parisot 1998 a Allué 2002: 114; Caruso 2012; Théry-Parisot *et al.* 2011) demostren que les esquerdes poden produir-se en qualsevol tipus de fusta, independentment del seu estat, interpretant-les com un resultat directe del procés d'escalfament normal de la fusta posada al foc (Caruso 2012: 36). Altres estudis destaquen la relació entre la major freqüència i més elevada mida d'aquestes alteracions amb el més elevat nivell d'humitat (Théry-Parisot 2001 a Martín Seijo 2013: 134), però no de manera discriminatòria.

Algunes espècies són més susceptibles a aquest tipus d'alteracions (Allué 2002: 114) degut a la seva estructura anatòmica (Martín Seijo 2013: 134). Variant la seva presència entre una espècie o altra (Dufraisse 2006: 48). Per exemple, les que tenen una important densitat de radis i aquests són de mida més gran (multiseriats), tendiran a esquerdar-se més (Prior i Alvin 1983; Théry-Parisot 2001 a Marguerie i Hunot 2007: 1421; Martín Seijo 2013: 134). Segons Martín Seijo

(2013: 134), aquestes esquerdes normalment es localitzen en les zones més distants del nucli de la fusta.

Tot i la possibilitat de distingir entre tres tipus d'esquerdes -radials<sup>18</sup>, anulars i aleatòries- (figura 3.3.20) (Celma 2009: 94, 95; Martín Seijo 2013: 134), en el present estudi tan sols s'analitza la seva presència/absència. Aquesta decisió es basa en la no relació entre aquests tipus d'esquerdes i un determinat procés tafonòmic (figura 3.3.21 i figura 3.3.22).

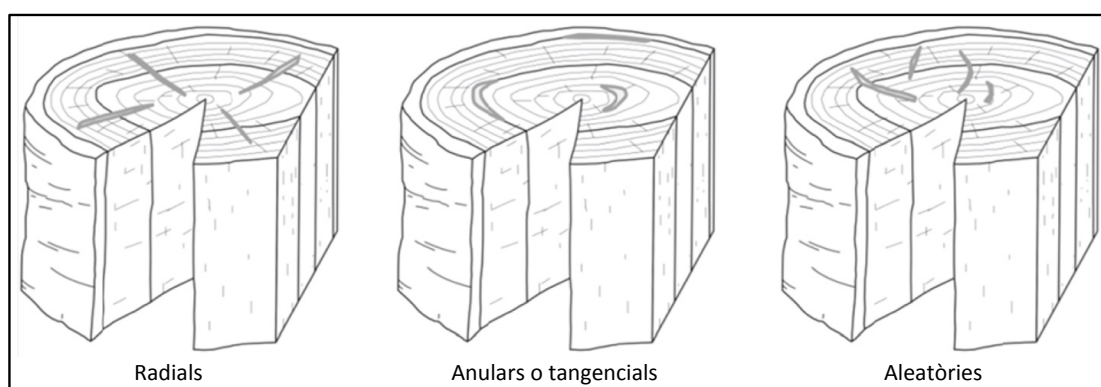


Figura 3.3.20. Tipus d'esquerdes: radials, anulars i arbitràries (modificada de Martín Seijo 2013: 134).

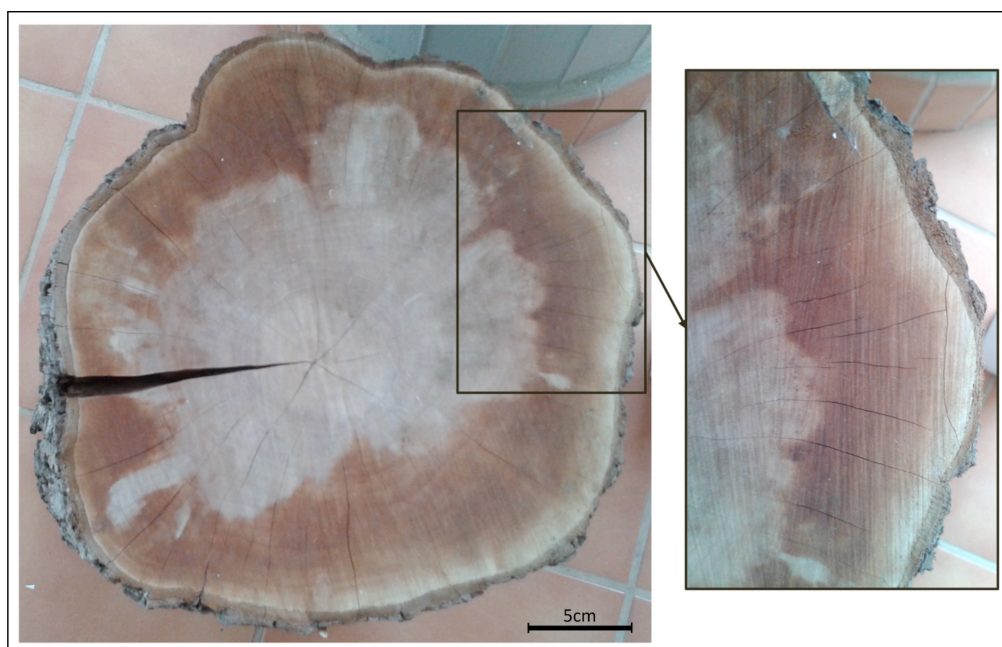


Figura 3.3.21. Esquerdes radials (i aleatòries) en una fusta actual sense carbonitzar de *Juglans* sp (imatge de l'autora, 2017).

<sup>18</sup> Les esquerdes radials es detecten freqüentment en l'observació del pla transversal de la fusta (Carrion Marco 2003: 219).

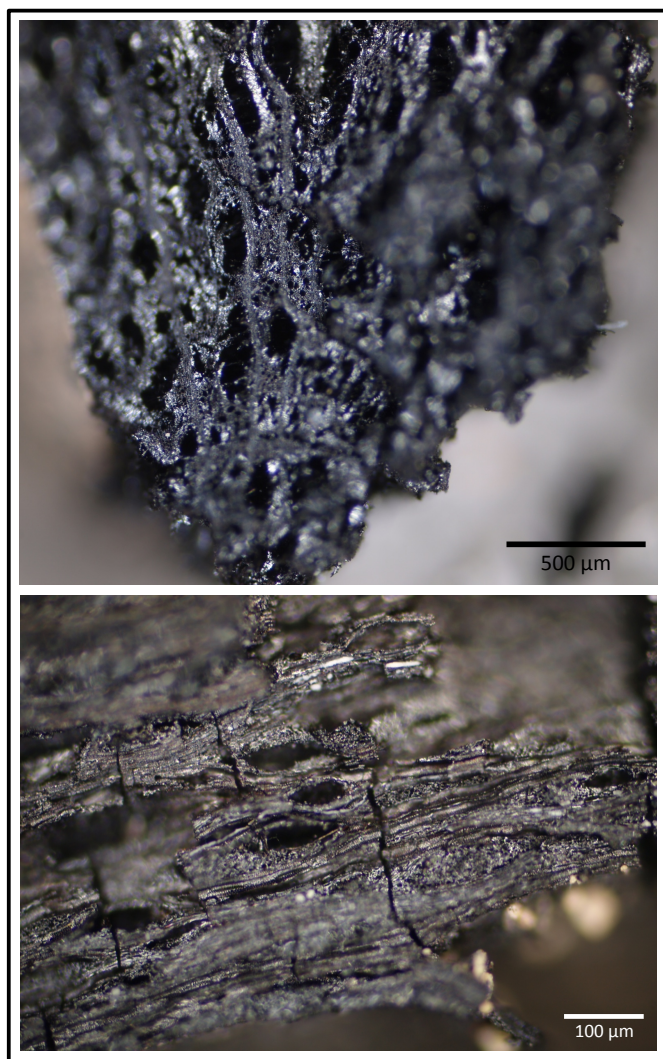


Figura 3.3.22. Esquerdas d'un fragment indeterminable de Minferri (UE 2206, SJ-119, núm. de fragm. 1). Imatge superior: pla transversal (també vitrificacions). Imatge inferior: pla tangencial.

Com el propi nom indica, l'aspecte de la **vitrificació** és vidriós, o vitrificat, i brillant (Allué 2002: 113; Euba 2008: 136). En el registre arqueològic aquest terme s'empra per descriure l'aspecte vitri d'alguns carbons recuperats (McParland *et al.* 2010: 2679).

Aquesta alteració homogeneïtza l'estructura, fusionant les cèl·lules i deformant la seva estructura original (figura 3.3.23). Pot arribar a produir una superfície d'aspecte vitri totalment cegada (Théry-Parisot 1998: 206- 212 a Carrión Marco 2003: 180). Si aquesta afecta tot el carbó, les característiques que permeten determinar-lo taxonòmicament desapareixen, impossibilitant la seva identificació (Allué 2002: 113; Euba 2008: 136).

Diversos/es autors/res però, a través dels seus estudis, semblen vincular les vitrificacions amb la combustió de la fusta a altes temperatures (Fabre 1996 a Caruso 2012: 77; Tardy 1998 a Carrión Marco 2003: 180) i a una elevada taxa d'humitat d'aquesta abans de la seva carbonització (fusta verda) (Prior i Alvin 1983; Schell-Ybert 1998 a Carrión Marco 2003: 180; entre altres).

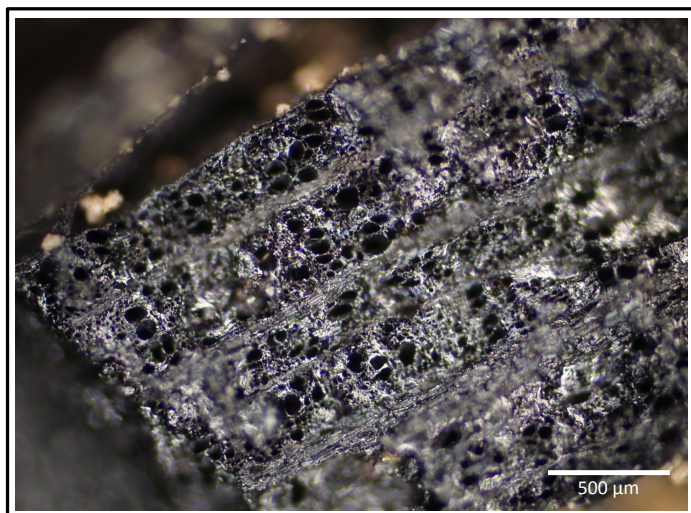


Figura 3.3.23. Tall transversal amb vitrificacions d'un fragment indeterminable de Minferri (UE 2300, SJ-137, núm. de fragm. 17).

Altres en canvi, descarten aquestes dues com les úniques originadores d'aquesta alteració (McParland *et al.* 2010: 2679), argumentant el ventall de causes per les que poden aparèixer i la poca probabilitat que aquesta alteració es degui a un sol factor. Les vitrificacions segons presenta McParland *et al.* (2010: 2685, 2686) poden produir-se abans de la combustió -degradació biològica o pels àcids, etc.-<sup>19</sup>, durant aquest procés -degradació química i física del carbó- i després a la carbonització -exposició a la llum, condicions riques en oxigen, etc.-. Ruiz Alonso (2014: 139) documenta un gran nombre de fragments indeterminats vitrificats, que ella relaciona possiblement amb pi. Segons la mateixa autora, les hipòtesis sobre la raó d'aquesta alteració poden ser també diverses: la fusta humida, l'emmagatzematge de fusta morta, les altes temperatures a les llars, la utilització per a fumats, etc.

La presència de resina és un altre element que alguns/nes especialistes relacionen amb la vitrificació (Schell-Ybert 1998 a Caruso 2012: 78; Py i Ancel 2006), altres per al contrari, en descarten cap vinculació (Euba 2008: 214; McParland *et al.* 2010: 2685; Braadbaart i Poole 2008 a McParland *et al.* 2010: 2685). Aquesta alteració, segons el registre del material analitzat per Euba (2008: 136) és més freqüent en l'escorça que en la resta de l'estructura.

Per tant, tot i que sovint es relaciona l'origen d'aquesta alteració amb el procés de combustió (Allué *et al.* 2009: 63-64), es desconeix la raó exacta de la seva aparició. Les vitrificacions produïdes durant la combustió es relacionen a un medi amb poca entrada d'oxigen i l'escàs alliberament de gasos durant aquest procés, que fa que certes substàncies, com el quitrà, quedin atrapades al carbó (Carrión Marco 2003: 180). Els diversos treballs experimentals realitzats al respecte, demostren que la vitrificació s'observa en diferents condicions de carbonització. Com ja s'esmenta, aquest procés no sempre s'executa sota les mateixes condicions d'oxigen, temperatura, etc.; raó que descarta un denominador comú que produeixi la vitrificació (Caruso

<sup>19</sup> Podent revelar l'estat de la fusta abans de la combustió (Marguerie i Hunot 2007: 1421).

2012: 78). Aquest fenomen, a l'igual que les esquerdes, encara es troba en procés d'estudi (Carrión Marco 2003: 180; Marguerie i Hunot 2007: 1421; Celma 2009: 96; Caruso 2012: 78).

### 3.3.3.2.2. Fragmentació dels carbons

La fragmentació dels carbons també és una alteració tafonòmica producte de diversos factors. Aquesta s'inicia en el procés de combustió, degut a la sortida violenta d'aigua, gas i cendres, que duu a la reducció de la massa llenyosa inicial i al sorgiment d'esquerdes (Euba 2008: 140). Tant la fragmentació com el procés de reducció de massa són temes debatuts des dels anys 70 i 80, però encara no resolts actualment. Malgrat els nombrosos experiments els resultats varien segons els/les diferents autors/res (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 147, 2010b: 83).

La intensitat de la fragmentació pot deure's, per una banda, a les característiques de la fusta abans de la combustió -estructura anatòmica dels tàxons<sup>20</sup>, part de la planta, calibre de la fusta, humitat, etc.- (Euba 2008: 140; Martín Seijo 2013: 138). L'estat de la fusta respecte els atacs biològics també influeix en la seva fragmentació, ja que l'existència d'aquests debilita la seva estructura anatòmica, facilitant en conseqüència la seva fragmentació. Per l'altra, a les condicions/paràmetres de la pròpia combustió -temperatura, oxigenació, etc.- (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 147), com es mostra línies adés. Aquest procés de combustió és l'inici d'una sèrie de factors que afecten la fragmentació del carbó: des de la seva deposició, postdeposició, fins als factors arqueològics. Aquesta alteració no depèn de l'espècie cremada, ja que com s'esmenta en repetides ocasions, la *lleï estadística de la fragmentació* indica que aquesta alteració no depèn de l'espècie carbonitzada (Chabal 1992: 226).

En la present anàlisi aquesta alteració s'estudia a través de dos aspectes. Segons el grau de fragmentació de cada fragment de carbó (cm<sup>3</sup>) i segons el nombre de carbons en relació al tipus de recollida al camp i recuperació per rentat.

Martín Seijo (2013: 138) en el seu estudi analitza la fragmentació **mesurant cada fragment de carbó**. La mateixa especialista afirma que el registre d'aquesta mida permet obtenir informació sobre els processos deposicionals i postdeposicionals, contribuint a realitzar una millor interpretació funcional de les restes estudiades. Aquesta dada, segons explica la mateixa autora, també permet observar les diferències de representació dels tàxons en funció de la mida dels fragments.

Per aquest mateix motiu, en el present estudi es calcula el volum (cm<sup>3</sup>) de cada fragment a través de la mida dels tres plans anatòmics de cada carbó -transversal, longitudinal tangencial i

<sup>20</sup> Segons Scott (1989 a Théry-Parisot *et al.* 2010a: 147) la presència d'anells de creixement afavoreix la fragmentació.

longitudinal radial-. Tot i que la forma dels carbons en poques ocasions és uniforme, el càlcul del seu volum es realitza a través de la fórmula tradicional de quadrat o rectangle, que en ambdós casos és la multiplicació de les tres arestes, corresponent cadascuna a cada pla:

$$\text{Volum (cm}^3\text{)} = \text{pla transversal} \times \text{pla longitudinal tangencial} \times \text{pla longitudinal radial}$$

Sent conscient de la dificultat d'aquest càlcul degut a la variabilitat de la forma del carbó, en tots els casos es pren la mida en el punt mig de cada fragment, menys en aquells que presenten una forma diferent a la d'un quadrat/rectangle. En aquests casos es prenen dues mides localitzades al punt més i menys llarg, més i menys ample o menys i més alt, a partir de les quals es calculen els volums màxim i mínim. La mitja d'aquests dos volums és el volum total considerat per aquests fragments.

Per interpretar aquesta dada, i en base a l'estudi de Martín Seijo (2013), es classifica la mida dels fragments de carbó prèviament calculada en quatre **graus de fragmentació**<sup>21</sup>. Els paràmetres numèrics de cada grau es defineixen en funció del total dels volums (cm<sup>3</sup>), considerant-los diferents per a cada jaciment o cas específic, ja que la fragmentació correspon a un conjunt de processos o factors, diferents en cada context, jaciment o regió. Aquests paràmetres definits en el jaciment aplicat en el present estudi (Minferri) són els següents:

**POC fragmentat:** >10 cm<sup>3</sup>

**MODERADAMENT fragmentat:** >3-10 cm<sup>3</sup>

**FRAGMENTAT o BASTANT fragmentat:** >1-3 cm<sup>3</sup>

**MOLT fragmentat:** 0,002-1 cm<sup>3</sup>

Els graus de fragmentació es relacionen amb diverses variables (com s'observa en l'apartat 3.3.4.3): tàxons, tipus d'estructura (FET) i tipus de recuperació del carbó -per rentat, i al camp o recollida manual<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Els graus de fragmentació es distingeixen a través del volum calculat (cm<sup>3</sup>) i no en funció de les mides de llum de malla, degut a la variabilitat de la forma d'aquests darrers. Ja que per exemple els carbons més estrets i llargs poden passar entre la llum de malla (tenint un volum més gran) que altres que no passaran per la seva forma menys allargada i ampla, però en canvi amb un volum menor.

<sup>22</sup> Celma (2015: 136) analitza si la fragmentació pot tenir alguna vinculació amb el tipus de fusta (porosa, difusa/semiporosa i homòxila) en relació al tipus de llum malla. Corroborant la no existència d'aquesta, ja que tots els tàxons es troben en les diverses mides.

La distinció entre els **carbons recollits al camp i per rentat** és fonamental per l'estudi de la fragmentació i els processos tafonòmics (Celma 2015: 87). Per observar l'existència o no d'una pèrdua d'informació taxonòmica respecte als dos tipus de recuperació, es presenta el nombre relatiu de fragments per tàxon en relació al tipus de recuperació i al tipus d'estructura. També es valora la presència/absència i nombre relatiu de fragments per tàxons i mida de llum de malla, amb l'objectiu de determinar si hi ha una diferència -significativa o no- en la representació dels tàxons procedents de les dues llum de malla analitzades en el present estudi (>5-4 mm i >2-1 mm). Els resultats poden ajudar a definir (pel jaciment de Minferri) les fraccions d'estudi en futures anàlisis.

En aquest cas també s'exposa la procedència dels fragments indeterminats i indeterminables respecte la mida de llum de malla, amb la finalitat d'esbrinar en quina mida són més i menys presents.

Aquesta anàlisi detallada respecte el nombre de fragments i tàxons, i tipus de recuperació, té per objectiu valorar les causes de l'elevada fragmentació i nombre d'indeterminats dels carbons recuperats de Minferri. La hipòtesi de partida respecte la determinació/indeterminació taxonòmica d'aquests carbons és que aquesta no depèn tant del tipus de recuperació (al camp i per rentat), o de la llum de malla de procedència (>5-4 mm i >2-1 mm), com de l'estat de conservació dels mateixos (figura 3.3.24).

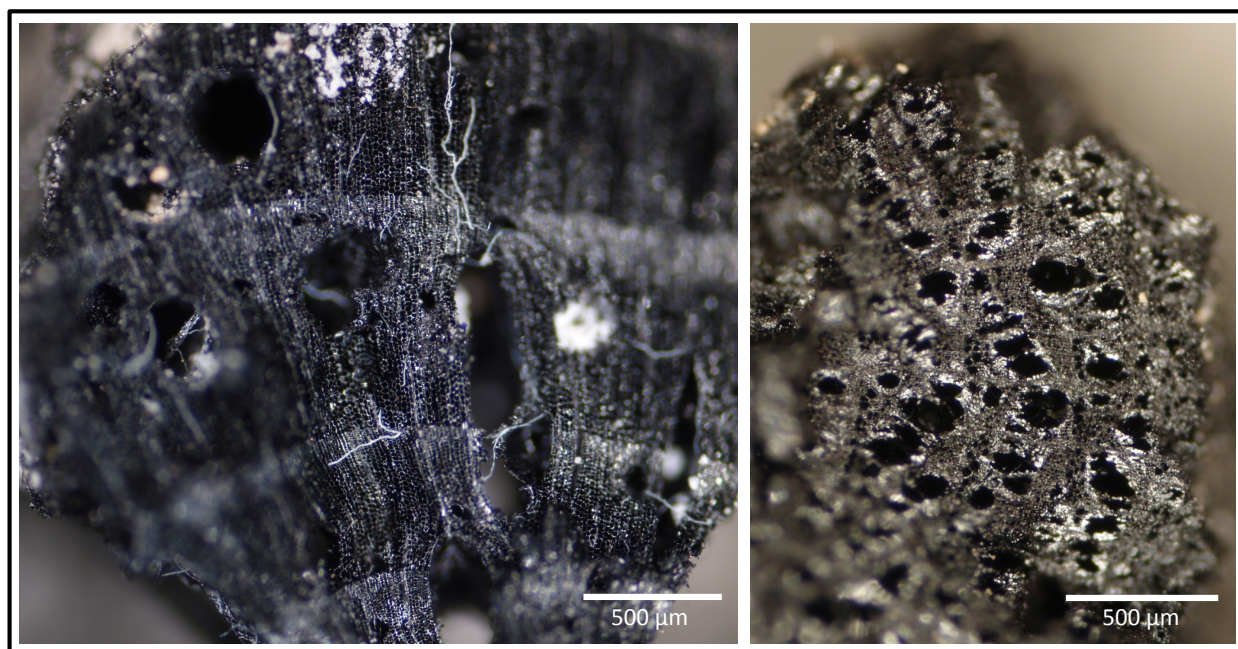


Figura 3.3.24. Exemples de dos fragments de Minferri en mal estat de conservació degut a la concentració de múltiples alteracions. Esquerra: galeries d'insectes, hifes i esquerdes radials (*Pinus halepensis*, UE 5142, SJ-389, núm de frag. 4). Dreta: Esquerdes i vitrificacions (indeterminable, UE 2226, SJ-119, núm. de fragm. 9).

### 3.3.4. Mètode: Comptatge i quantificació

El material carbonitzat que apareix en un jaciment constitueix una valuosa font d'informació sobre el medi ambient i les activitats dels grups humans en el passat. Però aquesta informació, com succeeix amb la major part del material arqueològic, tan sols es mostra a través del plantejament de les preguntes adequades i de l'establiment d'una metodologia enfocada a cobrir els objectius prèviament traçats (Carrión Marco 2003: 42).

Per aquesta raó és important utilitzar els mateixos criteris per a la quantificació de les restes, i especificar-los. De la mateixa manera convé uniformitzar els resultats obtinguts per poder comparar mostres de talla desigual, mostres que difereixen en les circumstàncies de deposició o de preservació, etc. (Alonso 1999: 48).

Un cop conclòs l'anàlisi anatòmica i el registre de les alteracions de les diferents mostres es procedeix al tractament numèric i estadístic de les dades. Aquest és la base quantitativa sobre la que s'interpreta la informació antracològica (Duque 2004: 53) en termes paleopaisatgístics i paleoeconòmics. Per estandarditzar les dades -primer pas de qualsevol anàlisi-, cal especificar la unitat de mesura emprada, el nombre mínim de fragments analitzats per mostra, els mètodes de quantificació i anàlisi numèrica dels carbons, i finalment els processos de formació del conjunt antracològic.

#### 3.3.4.1. Unitat de mesura

Com s'ha explicat de manera reiterada, la manera de recuperar els vestigis forestals del passat i identificar-los taxonòmicament es basa en els fragments de carbó. La dificultat recau en que el seu recompte no permet una aproximació al nombre mínim d'individus del que aquests són originaris, el que suposa un problema per arribar a la seva interpretació -tant paleopaisatgística com paleoeconòmica-. Aquesta qüestió ha estat àmpliament debatuda des dels inicis de la disciplina. A continuació es fa una revisió de les principals propostes.

Les dues unitats de mesura que s'empren actualment per analitzar el material carbonitzat són el recompte dels fragments de carbó i el pes de la seva massa. Diversos/es especialistes han realitzat estudis experimentals per argumentar quina d'entre les dues unitats s'aproxima més a la informació cercada (veure resums d'aquests, per exemple a Rodríguez Ariza 1992: 70-72; Piqué 1999a: 72-75; Lancelotti *et al.* 2010) L'inconvenient que més destaca Thompson (1994 a Allué 2002: 135) respecte el fragment, és la sobrerrepresentació de la importància dels carbons més petits, a més de la fragmentació que suposa el rentat de sediment.



Respecte al pes, el principal problema és, per una banda, la incrustació de sediment que sovint contenen els fragments, podent augmentar el pes o disminuir segons l'estat del fragment (Scheel-Ybert 1998 a Allué 2002: 135). Per l'altra, els múltiples paràmetres que causen la pèrdua de pes de cada tàxon respecte la planta original, creant una gran imprecisió (Chabal *et al.* 1999: 75).

Altres autors/res aposten tant pel fragment com per la massa del carbó. Segons la *lleï estadística de fragmentació*, esmentada anteriorment (apartat 3.3.1) formulada per Chabal (1992: 226), la massa total i el nombre de fragments de cada tàxon són correlacionables. Tant la reducció de massa com la fragmentació són dos processos físics simultanis i correlacionables. Segons la mateixa autora, no existeixen diferències de fragmentació lligades a l'espècie, sent equivalent tant pesar els carbons com contar-los, sempre que es realitzi un correcte mostreig i s'estudiï un nombre representatiu de fragments.

Altres (Smart i Hoffman 1988 a Rodríguez Ariza 1992: 71) no utilitzen cap unitat de mesura i realitzen l'estudi dels diferents jaciments en base a la presència/absència dels tàxons en els diversos nivells.

A banda d'això, Piqué (1999a: 75) manifesta que la qüestió de fons és preguntar-se de què són realment representatives les dues unitats. Arribant a la conclusió que la quantificació en antracologia no pot atansar al coneixement de la vegetació passada -en termes quantitativus- perquè és tributària d'una selecció antròpica. Així, els carbons reflecteixen la proporció de fusta recol·lectada/utilitzada i no la proporció de vegetació viva original.

Existeixen altres elements que afavoreixen la utilització del fragment com a unitat d'anàlisi enlloc del seu pes. Un a tenir en compte és l'estimació dels resultats, a partir de la quantificació de les identificacions taxonòmiques -el càlcul del nombre mínim de tàxons (NMT)-. Independentment dels resultats quantitativus obtinguts en cada nivell, fase o jaciment, la valoració del nombre de fragments identificats en cadascú d'ells permet comparar i avaluar la diversitat taxonòmica dels conjunts i les seves variacions (Picornell Gelabert 2012: 67). A més, la individualització del registre en fragments permet, a la llarga, incrementar i consultar fragments ja analitzats (Celma 2015: 95). També permet registrar característiques anatòmiques pròpies de cada fragment o tàxon determinat -dades dendrològiques, alteracions, entre d'altres-, aportant informació sobre la modalitat de recol·lecció de la fusta i aspectes tafonòmics, que en cas de mesurar el pes de la seva massa, seria impossible d'interpretar.

Tot i la necessitat de la contrastació entre pes i fragment en cada cas específic en relació a la formació del registre antracològic (Buxó i Piqué 2008: 28), la correlació positiva entre ambdues unitats de mesura (Chabal 1992: 226; Piqué 1999a: 147) permet quantificar les dades taxonòmiques obtingudes mitjançant el nombre de fragments. Aquest fet, sumat a la considerable

reducció del temps de treball al laboratori que suposa l'estudi per fragment (Picornell Gelabert 2012: 67), i a que la majoria de treballs actuals es basen en aquesta unitat, són raons suficients per emprar el fragment com unitat d'estudi en el present projecte.

A part del fragment com a unitat de mesura d'anàlisi, Martín Seijo (2013: 111) considera dues categories més. Una en la reconstrucció de peces individualitzades en *objectes*, i l'altra, aquella formada per diversos objectes, que ella denomina *objectes compostos o estructures* (figura 3.3.25).

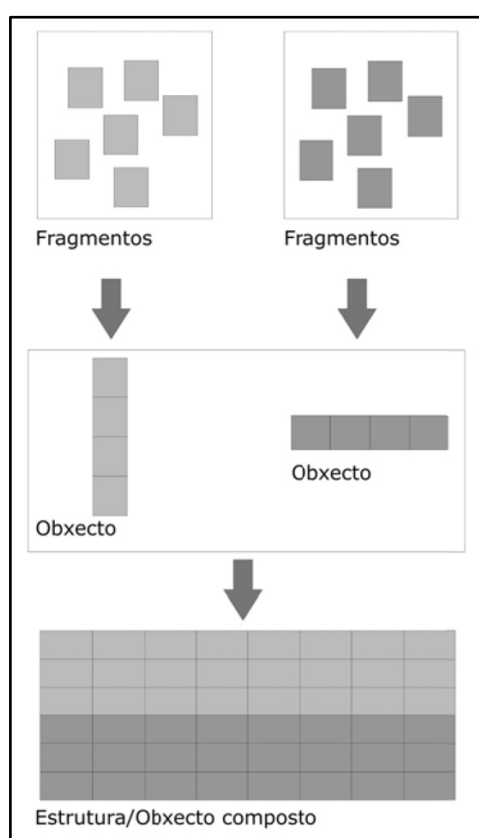


Figura 3.3.25. Categories de descripció de les manufacturades: fragments, objecte i estructura/objecte compost (Martín Seijo 2013: 111).

### 3.3.4.2. Nombre mínim de fragments per mostra

Sembla lògic considerar que un nombre màxim de fragments analitzats suposa una major probabilitat de tenir representats tots els tàxons emprats pels grups humans en un període concret (Chabal 1988a; Heinz 1990) (a Piqué 1999a: 67). Però molts cops l'anàlisi de més carbons no aporta una informació taxonòmica proporcional a l'esforç invertit, a més de la possibilitat de sub o sobrerrepresentar determinades espècies. La gran quantitat de fragments que poden aparèixer en alguns jaciments -independentment de la mida- obliga a plantejar-se el submostreig al laboratori (Piqué 1999a: 66) com una necessitat. De fet, totes els/les autors/res que apliquen o desenvolupen programes o formes de quantificar, coincideixen amb que ha d'haver un nombre mínim de carbons a estudiar (Allué 2002: 137). Un estudi quantitatiu, per obtenir dades fiables,

ha d'analitzar una quantitat de carbons representativa de la unitat de mostreig en particular (Badal *et al.* 2003 a Ruiz Alonso 2014: 79). Aquest tema, molt tractat en antracologia i alhora controvertit (Ruiz Alonso 2015: 79) intenta cercar la manera més fiable de representar el paleoambient i paleoeconomia (tant quantitativament com qualitativa). Ja que les anàlisis antracològiques no sempre poden realitzar-se sobre la totalitat dels carbons recuperats en un jaciment per diverses raons (Piqué 1999a: 59):

**Ordre tècnic:** Mida, estat i conservació deficient de les restes  
**Ordre pràctic:** Nombre excessivament elevat de restes

Tanmateix, el mètode a seguir respecte la quantitat de fragments a analitzar, sempre depèn dels objectius preestablerts en cada estudi i jaciment.

L'eina que s'empra habitualment per establir aquest nombre són les *corbes d'esforç-rendiment* (figura 3.3.26). Aquestes consisteixen en una representació gràfica en forma de corba acumulativa, en la que es visualitza l'ordre d'aparició de cada tàxon nou respecte el nombre de fragments analitzats. D'aquesta manera, davant una major riquesa en espècies, la corba trigará més en establitzar-se. L'estabilització de la corba indica el nombre mínim de fragments a partir del qual es tenen representades totes les espècies, que són les que ofereixen la principal informació qualitativa (Caruso 2012: 58), menys alguna raresa aïllada que en cap cas modificaria la interpretació de l'estudi.

Aquestes corbes són utilitzades per primera vegada a França l'any 1982 per L. Chabal, i anomenades *corbes taxonòmiques*. No és fins més endavant que la mateixa autora les esmenta com *corbes esforç-rendiment*, basant-se en la seva finalitat (Chabal 1991: 103 a Rodríguez Ariza 1992: 74). Martín Seijo (2013:116) cita les *corbes de concentració de Gini-Lorenz*, i només les usa en aquells conjunts recuperats a partir d'una recollida planificada de mostres tan sols recollides per flotació. I Badal (1988) utilitza -a més de les *corbes taxonòmiques*- les *corbes de percentatges* (on s'indiquen, ordenades, les freqüències relatives dels tàxons més representatius de cada jaciment, estructura o nivell, calculades cada 50 fragments de carbó analitzats, representats en abscisses (Rodríguez Ariza 1992: 76). Tanmateix, l'objectiu de totes aquestes propostes comparteixen el mateix objectiu, que és determinar quan la mostra és fiable.

Aquestes corbes es consideren, per un gran nombre d'especialistes, un instrument adequat per establir la quantitat mínima de carbons necessària per proporcionar una bona imatge de les vegetacions passades o de les fustes utilitzades, tant a nivell qualitatiu com quantitatiu (Ros

1985; Chabal 1982; 1988a; Figueiral 1992) (a Piqué 1999a: 66). No obstant això, donat que la distribució dels tàxons a la superfície del jaciment és heterogènia, l'ordre en que s'estudien les mostres pot produir variacions dels resultats, divergint el nombre de tàxons a partir del qual s'estabilitza la corba segons la procedència de la mostra. La diversitat de tàxons identificats pot estar relacionada tant amb la riquesa florística antiga com amb la superfície o contextos estudiats, o ser resultat de les dues variables (Piqué 1999a: 66, 67). Per aquests motius, en ocasions estudiar un nombre de fragments major no millora taxonòmicament els resultats, ja que és possible obtenir una gran varietat de tàxons amb un reduït nombre de fragments correctament mostrejats (Uzquiano 1997: 151).

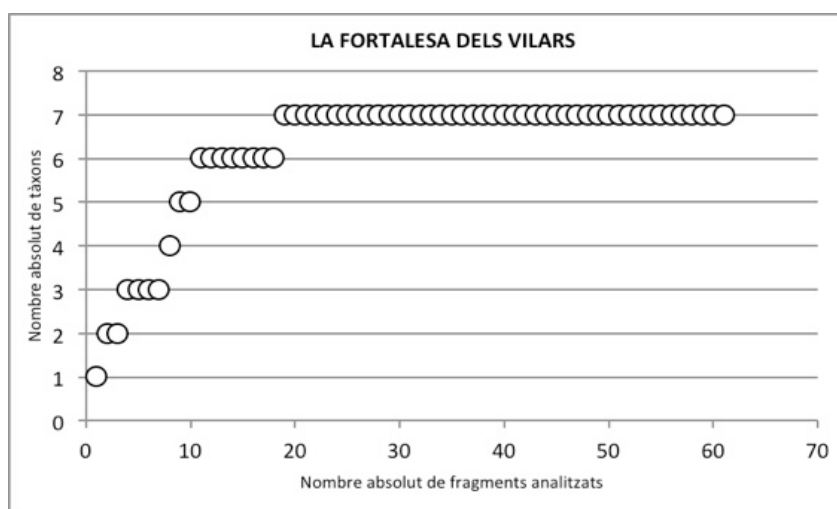


Figura 3.3.26. Exemple de *corba d'esforç-rendiment* (o *corba taxonòmica*) de la Fortalesa dels Vilars (UE 11161, P-577).

Chabal (1988a: 215) a partir dels resultats obtinguts per diversos jaciments, afirma que el nombre mínim de fragments a estudiar oscil·laria entre 250 i 300 fragments per nivell. Segons altres autors (Heinz 1990; Figueiral 1992; Badal 1992; a Allué 2002: 137), estudiant entre 250 i 500 fragments s'obtindria un espectre suficient per permetre la interpretació d'aquest registre. Les corbes realitzades per Allué (2002: 137) tendeixen a estabilitzar-se a partir dels 200 fragments aproximadament i durant els primers 50 ja s'obté gairebé un 50% dels tàxons que apareixeran. Heinz (1990 a Piqué 1999a: 67) també aconseguix resultats similars amb un mínim de 200 fragments per nivell, encara que en algun cas la mostra triga més a estabilitzar-se.

Existeixen jaciments on les condicions ambientals i el tipus d'ocupació fan que la composició taxonòmica es caracteritzi per una baixa variabilitat. Bazile-Robert (1982 a Caruso 2012: 59) afirma que els carbons d'aquests jaciments són resultat d'ocupacions de curta durada instal·lats en formacions vegetals pobres, pel que el nombre mínim de carbons requerits per a què les corbes tendixin a estabilitzar-se és menor, en el seu cas de 100 restes.

Estudis realitzats per Allué (2002: 137-143) de diversos jaciments pertanyents a diferents períodes, indiquen que el nombre de tàxons segueix una tendència general a cadascuna de les cronologies (menys variabilitat taxonòmica en jaciments antics, i més riquesa en els més moderns), depenent dels factors que determinen la diversitat taxonòmica. Aquests factors, segons la mateixa autora són: la complexitat de l'associació vegetal, els patrons d'explotació del combustible, el tipus d'ocupació, la procedència dels carbons -dispersos o concentrats-, l'àrea mostrejada, la variabilitat de la precisió de la determinació per cada especialista i finalment l'atzar. A més cal tenir en compte el tipus d'excavació, el tipus d'estructura, la variabilitat que presenti el registre, el temps d'utilització de l'estructura i la velocitat de sedimentació (Badal 1992 a Euba 2008: 142).

Euba (2008: 143) analitza un diferent nombre de fragments per nivell, amb la intenció d'observar quin és el mínim de fragments que li permeti obtenir una adequada visió quantitativa i qualitativa del registre. Considerant que 20 fragments cada 10 cm excavats a cada sondeig en el cas de les carboneres, i fins 40 fragments per UE en la resta de les estructures, és un nombre mínim de fragments adequat per realitzar aquest estudi.

Respecte els resultats de Carrión Marco 2003: 74 per intentar establir un nombre de fragments mínim a analitzar en base a les *corbes d'esforç-rendiment*, considera que pels jaciments estudiats per ella fins aleshores, no és possible establir un nombre mínim recomanable de fragments de carbó a analitzar.

Donada la variabilitat de propostes pel que fa al nombre mínim de restes, des de més de 600 a 100, depenent, en primer lloc, del tipus de jaciment i procedència del carbó i, en segon, del tipus d'informació que es desitgi extreure de l'anàlisi, és a dir, si es prioritzen els criteris qualitatius o quantitius, autors com Picornell Gelabert (2012: 68) efectuen l'anàlisi d'esforç-rendiment a través d'aquestes corbes en totes les mostres antracològiques analitzades. En les ocasions on els fragments són escassos, especialment en les mostres recollides manualment durant l'excavació, analitza tota la mostra disponible. Martín Seijo (2013: 116) emprà aquestes corbes tan sols en les mostres recollides per flotació, i segons les necessitats dels jaciments estudiats.

Altres autors/res no empen aquestes corbes degut a les condicions dels jaciments objectes d'estudi. Entre aquestes destaquen els treballs de Zapata (1999: 57) en els que opta per identificar la totalitat de carbons, sempre que el nombre de fragments no sigui elevat. Quan ho és (>400 fragments), submostreja el material emprant una caixa divisòria d'una entrada i dues sortides (*riffle-box*), garantint així una divisió aleatòria, i regint-se pel criteri d'aconseguir mostres amb un mínim de 100 fragments. Ruiz Alonso (2014: 80) ajusta la metodologia a l'àmplia tipologia dels jaciments estudiats i la desigualtat dels fragments disponibles, motiu pel que analitza el total dels carbons >2 mm de totes les mostres. Finalment, Celma (2015: 89) per la

seva banda analitza la totalitat de fragments -incloent els de mida més reduïda-, afirmant que el submostreig es pot dur a terme un cop estudiada la potència completa dels assentaments analitzats. La mateixa autora exposa la importància de contrastar els resultats obtinguts per la mostra completa i els submostrejos.

El volum del material recuperat en la majoria dels jaciments treballats per Caruso (2012: 60) és el factor determinant que li duu a establir la mida de la mostra a estudiar. En els jaciments amb poca quantitat de material analitza la totalitat del material amb l'objectiu d'aconseguir una mostra de carbons representativa. En canvi, en els jaciments amb una elevada quantitat de restes i baixa diversitat taxonòmica, analitza una mostra de 100 fragments per capa, que considera representativa de la diversitat existent -en funció de la *corba esforç-rendiment*-.

La major o menor riquesa taxonòmica i/o la repartició dels fragments en l'estrat arqueològic, poden influir en la velocitat d'estabilització de les *corbes taxonòmiques* i de *percentatges*, factors que s'han de resoldre mitjançant el mostreig d'una superfície suficientment àmplia per a què els resultats siguin representatius Carrión Marco 2003: 79.

La totalitat de treballs revisats aquí coincideixen en que el nombre de carbons analitzats necessaris per obtenir una informació representativa, tant a nivell qualitatiu com quantitatiu, depèn de cada jaciment. La riquesa específica d'una determinada mostra no respon, en ocasions, a les pressuposicions establertes sobre aquest criteri en contexts d'hàbitat o en estructures de combustió, pel que el nombre de restes a estudiar s'ha d'adaptar a cada jaciment (Figueiral 2007 a García Martínez 2009: 98; Caruso 2012: 98) i, fins i tot, als diferents nivells d'una mateixa ocupació (Heinz 1990 a García Martínez 2009: 100). En el present estudi per exemple, les *corbes esforç-rendiment* s'apliquen en un nombre concret de mostres, amb l'objectiu de respondre qüestions concretes (*vid.* capítol 4).

Un altre mètode per establir un submostreig respecte els fragments a estudiar és l'anàlisi d'un nombre fixe de fragments per mostra (Castelleti i Zimmerman 1985; Pearsall 1988; a Piqué 1999a: 67; Piqué 1996; Thompson 1984 a Zapata 1999: 57; Hastorf *et al.* 2005). L'establiment d'aquest nombre de restes a estudiar té relació amb la significació de la mostra quantitativament i qualitativa. Aquest mètode no pretén cercar una minuciosa informació de cada mostra -com succeeix en els casos esmentats anteriorment-, sinó obtenir una visió general del màxim d'unitats d'anàlisi i de jaciments, amb el propòsit d'evidenciar l'existència o no d'un patró d'utilització de la fusta a nivell global de jaciment i/o jaciments i, reflectir, si és el cas, la distribució diferencial dels tàxons relacionada amb la seva funcionalitat (Piqué 1999a: 60, 67).

Proposar un nombre mínim que permeti obtenir resultats adequats és un tema encara en debat. Piqué (1996) per exemple, destaca 30 fragments per mostra; Castelleti i Zimmerman (1985 a

Piqué 1999a: 67) 25 fragments; Hastorf *et al.* (2005: 341) 20 fragments, etc. Però tots i totes coincidint amb un nombre total elevat, tant de fragments com de mostres analitzades.

Igual que l'anàlisi de tots o d'una gran part dels fragments per mostra, l'anàlisi d'un nombre fixe de fragments també presenta inconvenients. Mentre amb el primer mètode es corre el risc de sub o sobrerrepresentar certs tàxons, amb el segon és possible la pèrdua d'informació sobre els tàxons menys representats. En tot cas seria necessari realitzar anàlisis de mostres de control per valorar la significació (Piqué 1999a: 67).

Per tant, el nombre mínim de fragments a analitzar per mostra, és un tema que tot i estar àmpliament estudiat i debatut per un gran nombre d'especialistes, finalment s'aplica el mètode que més s'adequa a les necessitats de cada jaciment, en funció dels objectius preestablerts en la investigació.

En el present cas, l'existència d'anàlisis antracològiques prèvies al present projecte i procedents dels tres jaciments aquí estudiats (Minferri, Vilars i Estinclells), suposa una sèrie d'avantatges i d'inconvenients. Per un costat la disponibilitat de resultats previs elaborats per altres especialistes (capítol 4), basats en l'anàlisi de tots els fragments menys els de mida més reduïda, permet ara l'exploració del mètode del nombre fixe de fragments per mostra i la valoració de la seva representació taxonòmica a través de la comparació dels seus resultats. Tot i que cada mètode s'aplica amb l'objectiu de respondre qüestions prèviament establertes, aquests dos mètodes també s'utilitzen per resoldre les mateixes qüestions, motiu pel que es planteja la seva comparació.

Per un altre, la disponibilitat d'estudis previs emprant un altra metodologia té l'inconvenient d'un diferent registre de les dades que respon als criteris i objectius de cada especialista. Per aquest motiu els estudis anteriors no han tingut en compte aspectes dendrològics i alteracions anatòmiques, entre d'altres. A més s'ha seguit un criteri diferent en alguns casos pel que fa a l'atribució d'alguns tàxons, qüestió resolta a través de la unificació en la nomenclatura.

Per la complexitat i extensió d'aquest tema, el següent capítol (capítol 4) es dedica a la *discussió dels resultats segons la metodologia* aplicada als tres jaciments objecte d'aquest estudi.

### **3.3.4.3. Quantificació dels carbons i l'anàlisi numèrica**

Per poder obtenir una visió global de les dades s'ha de treballar com si aquestes es tractessin d'un sol conjunt (Alonso 1999: 48). No obstant això manca d'un mètode quantitatiu estandarditzat que permeti abordar els plantejaments i les hipòtesis de partida que dirigeixen el procediment d'anàlisi (Piqué 1999a: 76). És necessari valorar si la mostra analitzada és suficient

per obtenir uns resultats representatius de la presència i recurrència de cadascú dels tàxons en el total del conjunt (Picornell Gelabert 2012: 67).

Un cop comptades les dades a través dels fragments per tàxon i per tal de procedir a la seva interpretació, és necessari definir el mètode de quantificació i anàlisi numèrica a emprar. Donat que els processos de combustió i conservació poden afectar per igual a tots els tàxons d'un mateix nivell, és possible assumir que la relació proporcional entre tàxons reflecteix la seva utilització preferencial o esporàdica. Per tant, el tàxon més emprat pels habitants de l'època és el que té més probabilitats de generar un major volum de residus (Piqué 1999a: 75; Buxó i Piqué 2008: 29). S'assumeix que el ratio entre espècies en un conjunt antracològic representa les proporcions inicials de fusta usada com combustible (Théry-Parisot *et al.* 2010a: 147).

Seguint aquest criteri, el procediment per pal·liar les diferències fruit de l'excavació i processos posteriors d'anàlisi es basa en la **descripció estadística** de totes les dades -estadística descriptiva-. Aquest procediment permet estandarditzar-les i, posteriorment aplicar-hi probes estadístiques. Aquestes probes, segons Buxó i Piqué (2008: 29), permeten contrastar les hipòtesis plantejades o establir patrons significatius en la composició taxonòmica dels conjunts, per ser interpretats en termes paleopaisatgístics i paleoeconòmics. També formen part de l'estadística descriptiva: valor mínim i màxim, mitja, error típic, variància, desviació típica, mitjana, asimetria, curtosis, coeficient de variació i unitat de desviació típica. Aquests elements es presenten (apartat 3.4.2) i analitzen (apartat 5.5.2.1) dins la interpretació paleoeconòmica de les dades, amb l'objectiu de mesurar la variabilitat taxonòmica de les restes (base teòrica consultada a Barceló 2007: 39-44, i base pràctica a Piqué 1999a: 162-178).

En aquest treball s'inclou el total de mostres analitzades, independentment del nombre de fragments estudiats de cadascuna<sup>23</sup>. Ja que aquí es considera que una mostra, per baix que sigui el nombre de fragments, forma part dels processos soferts fins la seva recuperació, i per tant del registre antracològic. Eliminar aquest tipus de mostres, fragmentaria encara més la informació disponible -possibilitant una gran pèrdua taxonòmica, tant quantitativa com qualitativa-. Pel contrari, determinats estudis, en l'anàlisi d'aquestes mesures, descarten aquelles mostres en les que no s'obtenen un determinat nombre de fragments. Ja sigui per que les quantitats menors no es consideren estadísticament significatives Martín Seijo (2013: 115), o per què els resultats poden distorsionar-se i afavorir tàxons que no tenen una representació tan alta (Popper 1988: 60 a Celma 2015: 96-97; Antolín 2016: 119). Els fragments indeterminats i indeterminables, tot i no descartar la seva presència, no s'inclouen en l'anàlisi dels tàxons, degut a la informació taxonòmica nul·la que ofereixen.

<sup>23</sup> Exceptuant l'índex de diversitat taxonòmica per les raons enunciades seguidament (apartat 3.3.4.3.2).



El comptatge de les dades -punt de partida de la quantificació- es presenta a través de dos **mètodes de mesura de freqüències: el directe i l'indirecte** (Lapi 2009: 73). Aquests tenen per objectiu valorar la representativitat i importància del tàxon i poder extrapolar la seva significació en el conjunt analitzat (Lapi 2009: 69). En el present estudi s'aplica la totalitat de mètodes de freqüència directa i indirecta presentats a continuació.

#### 3.3.4.3.1. Mètode de mesura de freqüència directa

La forma directa de quantificar les dades són la freqüència absoluta i relativa del nombre de fragments i/o de la seva ubicuïtat -la presència/absència en el total de mostres o contextos estudiats-. La **freqüència absoluta** consta en el comptatge dels fragments de carbó per tàxon, mètode molt senzill, base de tot estudi quantitatiu. Aquest pot emprar-se a nivell de mostra, conjunt, jaciment, conjunt de jaciments, etc.

La **freqüència relativa** del nombre absolut de fragments facilita la comparació entre conjunts, estandarditzant les dades. Aquesta estadística elemental es basa en la comparació dels percentatges dels fragments en un mateix nivell o entre diversos nivells, i així conèixer la importància relativa de cada tàxon (Buxó i Piqué 2008: 30), permetent observar variacions d'un tàxon per exemple, a través del temps (Allué 2002: 136). Aquest mètode s'expressa en percentatges per poder comparar mostres de diferent mida (Buxó i Piqué 2008: 30). És ideal en el present estudi degut a la no homogeneïtat del nombre de fragments analitzat per mostra (capítol 4).

A partir d'aquestes freqüències, s'assumeix que les variacions observades en els percentatges dels carbons expressen diferenciacions en el patró d'aprovisionament de la fusta o en la vegetació passada (Buxó i Piqué 2008: 30).

Les crítiques a la utilització d'aquests dos mètodes són diverses. El problema de basar la interpretació exclusivament en les variacions d'aquestes dues freqüències és que, tot i permetre observar diferències entre conjunts, no ens deixa saber si aquestes són significatives (Buxó i Piqué 2008: 31). Aquestes no sempre evidencien els eventuais patrons de freqüència que poden existir en la mostra analitzada, degut a les desigualtats existents entre els grups de dades analitzades (Pearsall 1989).

Les freqüències relatives del carbó es basen en la idea que un nombre de fragments suficientment ampli poden ser representats del total. En alguns casos, l'escassetat de material en un jaciment fa impossible aquest tipus de quantificació, fent necessari un tractament diferent de les dades. Aquestes es poden representar en forma de **presència o absència** dels tàxons, que permeten igualment una lectura sincrònica i diacrònica de les dades, encara que cal considerar

les limitacions que suposa no conèixer les freqüències relatives dels mateixos (Carrión Marco 2003: 47).

La presència/absència dels tàxons és possible aplicar-la en diverses unitats d'anàlisi estudiades, com jaciment, àrea, grup estratigràfic, sector, FET, unitat estratigràfica, mostra, etc. Les unitats comparades han de ser equiparables, ja que quan major sigui la mostra major és la probabilitat de tenir un tàxon representat (segons Martín Seijo 2013: 115). Aquesta mesura també facilita la comparació entre jaciments, ja que independentment de la coneixença del nombre total de restes analitzades i els percentatges dels tàxons identificats, és possible observar similituds i diferències entre jaciments, àrees, cronologies, etc. (Hastof i Popper 1988; Piqué i Barceló 2002; a Martín Seijo 2013: 115).

Piqué (1998: 10) per exemple emprà l'absència/presència taxonòmica quan les mostres analitzades són tant heterogènies que dificulten la interpretació de les freqüències relatives -caràcter qualitatiu i no quantitatiu-. En el present estudi, aquesta mesura qualitativa s'empra en ocasions concretes, com la comparació de dades més globals, a nivell de jaciments i períodes, però també en la interpretació paleopaisatgística de les dades.

A diferència de les anàlisis merament qualitatives de presència/absència, la **ubiquïtat** -recurrència- expressa la proporció en la que apareix un tàxon en relació al nombre total de mostres del grup analitzat (Buxó i Piqué 2008: 31). D'aquesta manera es redueix la distorsió provocada per la preservació, el mostreig (Popper 1988 a Martín Seijo 2013: 116) i la freqüència absoluta/relativa del nombre de fragments analitzats.

<p><b>Ubiquïtat</b> = Nombre de mostres amb presència de cert tàxon x 100/Nombre total de mostres analitzades</p>
---

Aquest mètode presenta diversos problemes. Un d'ells és la comparació de mostres de carbons procedents de garbells de diferents mides de llum de malla, que pot influir en la presència o no de certs tàxons -com succeeix en altres mètodes-. Un altre és la sobreestimació o subestimació de determinats tàxons, posant-los a tots al mateix nivell sense tenir en compte el total de nombre de restes que en alguns casos poden ser significatius (Buxó i Piqué 2008: 30)<sup>24</sup>. No obstant això, quan les mostres procedeixen de contextos ben definits, la recurrència en les estructures és una bona mesura de la freqüència d'ús dels tàxons. A més, ajuda a minimitzar l'efecte de la sobrerepresentació fruit de la fragmentació (Caruso 2012: 60). En el present estudi s'aplica la

<sup>24</sup> Popper (1988: 61 a Buxó i Piqué 2008: 31) també indica l'efectivitat d'una anàlisi d'ubiquïtat depenent de que totes les mostres en un grup siguin independents i que cada mostra tingui que contenir dos o més tàxons. Però en el present estudi això no es contempla, ja que la separació arbitrària d'algunes mostres o la unificació d'altres, pot augmentar o disminuir les freqüències d'aparició.

ubiquïtat general del jaciment, per unitat estratigràfica als Vilars i Estinclells (capítol 4) i per estructura a Minferri (capítol 5), i del conjunt de jaciments pertanyents a un mateix període per unitat estratigràfica a tots els períodes, menys al bronze ple que es basa en les estructures (capítol 6).

Les restes arqueològiques que es conserven del jaciment de Minferri són bàsicament estructures excavades al subsòl, la majoria de les quals, en el seu origen estaven destinades a emmagatzemar aliment (sitges), i posteriorment reutilitzades com abocadors, com s'esmenta en múltiples ocasions. Per facilitar la seva interpretació -inclús les que no són sitges-, es decideix realitzar la ubiquïtat dels tàxons en funció dels FETs i no de les UEs. Ja que els FETs com a tal ja formen una unitat estructural, tant en el present com en el passat. En canvi, la UE és més difícil de corroborar amb total certesa que els límits que queden d'ella en l'actualitat, equivalguin als del passat.

Segons Piqué (1999a: 153), es parteix del pressupost que les espècies més utilitzades seran aquelles que es troben representades en un major nombre de subunitats i que han generat un major nombre de residus. Per tant, la combinació de la freqüència relativa del nombre absolut de fragments, i la seva ubiquïtat, permet contrarestar l'efecte d'un ús puntual intens d'alguns dels tàxons o, l'efecte d'una incidència menor dels factors postdeposicionals sobre les darreres combustions. En canvi, Caruso (2012: 61) afirma que les freqüències relatives no són més que una manera de descriure les dades numèricament, no permetent extreure conclusions sobre la significació de les diferències o similituds observades. Per això és necessari emprar anàlisi de significació estadística quan la mida de la mostra ho permeti.

Tanmateix, aquestes mesures s'han d'aplicar segons la necessitat de cada jaciment, de les restes disponibles i de les preguntes plantejades. En el present treball es combinen totes, tant per descriure els resultats taxonòmics, com per després comparar les seves dades de la manera més fiable possible. Sovint, però, la utilització d'aquestes tres mesures en la quantificació de les dades, resulta insuficient per la seva interpretació, degut a les seves limitacions. Aquestes s'intenten suplir amb altres mètodes, com les del mètode de freqüència indirecta (Lapi 2009: 73), presentades a continuació.

#### **3.3.4.3.2. Mètode de mesura de freqüència indirecta**

Cada vegada són més els i les especialistes que es decanten per l'ús de mètodes més efectius en l'ajustament de les dades, a través de la conversió de les freqüències anteriors en índexs o ratios. Aquests estandarditzen les dades a partir dels resultats obtinguts de la relació entre dues variables, intentant pal·liar les limitacions interpretatives ocasionades pels primers mètodes. Lapi (2009: 75, 92, 97) els inclou dins un mateix tipus de mètodes, anomenant-los

mètodes de mesura de freqüència indirecta. Entre aquests, el més usat, segons la mateixa autora, és l'índex de densitat, i en menor mida els de diversitat i d'abundància relativa.

L'**índex de densitat** taxonòmica es calcula o estima a partir de freqüències d'aparició d'un tàxon en un volum determinat de sediment, permetent comparar les freqüències d'un o més tàxons entre diferents mostres i de diferent mida (Lapi 2009: 97). També s'avalua el grau de concentració de les restes (Celma 2015: 98) a través del nombre de fragments per mostra i quantitat de sediment analitzat. L'índex de densitat emprat aquí és el següent:

$$\text{Índex de densitat} = \text{Nombre absolut de fragments} / \text{Nombre de litres rentats}$$

Segons Zapata (1999: 108) existeixen diferents motius que poden motivar un augment o disminució del nombre de carbons. Entre aquests destaquen algunes qüestions tafonòmiques, com la major o menor fragmentació de les restes. En un dels estudis realitzats per la mateixa autora es conclou que hi ha una menor probabilitat que els índexs obtinguts puguin relacionar-se amb una fragmentació diferencial, i relaciona el nombre de carbons incorporats al sediment amb la quantitat de focs realitzats. Per tant, i en teoria, a major intensitat en l'ocupació d'un jaciment cabria esperar un nombre major d'episodis de combustió i en conseqüència, de carbons o altres restes. No es descarta, però, la diversitat de les activitats desenvolupades al jaciment al llarg del temps, les quals donen lloc a un nombre variable de carbons (Zapata 1999: 109). Per tant, una major intensitat d'activitats o de la duració d'ocupacions es pot inferir a partir dels càlculs de densitat. No obstant això, les tasques de manteniment de l'espai també poden haver tingut el seu efecte sobre la densitat de restes. Miller (1988: 73, 74 a Alonso 1999: 67) indica que la densitat reflecteix una deposició del material gradual -densitat feble- o ràpida en una o poques accions -densitat alta-, podent ser interpretada també com la intensitat de l'activitat relacionada amb el foc en l'assentament, la crema particular o l'abocament de cendres.

En el present estudi s'analitza la densitat de carbons procedents de Minferri, a mode exploratori, entre un determinat nombre de mostres/unitats de totes les UE analitzades, degut a la metodologia seguida en el present treball, basada en l'anàlisi d'un nombre fixe de fragments per mostra i no en la totalitat de fragments. Aquest motiu també és la raó que s'elabori la densitat de restes per mostra i no entre totes elles<sup>25</sup>.

L'**índex de diversitat** taxonòmica possibilita la relació entre diverses variables, com el nombre de tàxons i nombre de restes, o diversos índexs que poden comparar quantitats relatives d'ítems diferents. Permetent detectar els efectes de diferents contextos de preservació o

<sup>25</sup> Previst de realitzar en futurs estudis.

identificar diferents contextos d'ús (Miller 1988: 75 a Alonso 1999: 67). Independentment de les variables a utilitzar, aquesta mesura sempre es tradueix en una relació numèrica entre tàxons, sigui a través de la comparació del significat dels diferents tàxons en un grup de mostres, o comparant les relacions entre els tàxons dins d'una mostra (Popper 1988: 59).

Generalment, quan més gran és la mostra de carbons analitzada, major és la probabilitat d'una àmplia representació taxonòmica. No obstant això, determinats factors com per exemple l'existència de paisatges poc diversos en el moment de l'ocupació dels llocs, o estratègies d'adquisició del material llenyós orientades a la selecció d'algunes poques espècies, poden generar que aquesta norma general no es compleixi. Per tant, es considera necessari determinar fins quin punt les diferències en la diversitat taxonòmica observada entre els jaciments/capes estudiades pot ser reflex o resultat de la desigualtat de les mostres. Tan sols serà possible analitzar i interpretar la riquesa taxonòmica de cada jaciment i la seva comparació entre jaciments si es considera aquest factor (Caruso 2012: 355).

Un índex de diversitat amb valor elevat indica un gran nombre d'espècies presents en la població analitzada. Per contra, un índex amb valor baix indica menys diversitat d'espècies, o quan una o unes poques espècies componen la majoria de la població. Tanmateix, no és recomanable utilitzar aquests índexs quan es disposa de freqüències de tàxons inferiors a 10, ja que les dades obtingudes podrien resultar distorsionades (Pearsall 1983 a Lapi 2009: 76). Degut a la manca de representativitat, en el present estudi es desestimen les mostres menors de 3 fragments.

En aquest treball a través de la diversitat taxonòmica es pretén distingir l'existència o no d'alguna diferència entre els FETs en relació al nombre de tàxons i el nombre de restes identificades a Minferri. En aquest es consideren totes les mostres analitzades, independentment del nombre de tàxons determinats a cadascuna. Establir un llindar del nombre de tàxons podria limitar encara més la realitat de l'època ja que, si només es tinguessin en compte les mostres amb més de 10 tàxons, la majoria quedaria exclosa.

Per distingir l'existència o no d'alguna diferència entre el nombre de tàxons i el nombre de restes identificades per estructura a Minferri, s'aplica el següent índex de diversitat taxonòmica:

$$\text{Índex de diversitat taxonòmica} = \text{Nombre de tàxons} / \text{Nombre observat de restes}$$

L'**índex d'abundància relativa** dels tàxons es calcula a partir de la suma dels valors de la freqüència relativa de fragments identificats i la ubiqüitat -percentatges de les mostres on estan

presentes els tàxons- (Hastorf *et al.* 2005: 342). En el present estudi els fragments indeterminats i indeterminables s'obvien en aquest càlcul degut a la distorsió dels resultats taxonòmics.

**Índex d'abundància relativa** = freqüència relativa del nombre absolut de fragments + ubiqüitat

Tot i que aquest índex s'utilitza per pal·liar les distorsions de les dades, fruit de la freqüència relativa del nombre absolut de fragments i de la ubiqüitat (Lapi 2009: 99), cal tenir present el per què dels seus resultats analitzant els dos mètodes de freqüència que el formen per separat -com realitza Hastorf *et al.* (2005: 347) en els seus estudis-, ja que ambdós mètodes per separat ja responen a una problemàtica concreta. En aquest estudi es consideren els dos mètodes -freqüència relativa del nombre absolut de fragments i ubiqüitat- alhora que es realitza la seva suma -càlcul del present índex- a través d'un mateix gràfic de barres (capítols 4, 5 i 6).

Aquests mètodes de mesura de freqüència -directes i indirectes- no permeten determinar els processos tafonòmics a que han estat sotmesos els carbons, d'origen antròpic o natural, que ocasionen la composició dels conjunts de macrorestes als jaciments arqueològics estudiats, però sí permeten la preparació de les dades per la seva anàlisi estadística (Lapi 2009: 77-102).

En aquest estudi, a banda de l'estadística descriptiva enunciada en línies adés, i les mesures de freqüència directa i indirecta, s'apliquen histogrames, gràfics de punts i de proporcions (realitzats amb el programari *Microsoft excel*); i tests de normalitat (Shapiro-Wilk), diagrames de correlació o dispersió, i diagrames de caixa (*Box Plot*) -amb el programari estadístic PAST (Paleontological Statistics)-. Aquests darrers presentats en l'apartat 3.4.2.

#### 3.3.4.4. Unitats d'anàlisi

L'antracologia des del moment que analitza el carbó vegetal dels jaciments -un més dels components del registre arqueològic que ajuda a definir seqüències estratigràfiques, culturals, poblats, etc.-, entra a formar part de les unitats d'anàlisi arqueològica, principalment en l'escala espacial i temporal (Rodríguez Ariza 1992: 65).

A **nivell funcional** la unitat d'anàlisi que s'utilitza en el present estudi com a mostra és la **unitat estratigràfica**, responnent a una única activitat humana. Aquesta es defineix com la divisió més petita de la seqüència estratigràfica local, tot resultant coherent d'una acció antròpica o natural única. També s'usa el **FET o estructura** (conjunt estructurat voluntàriament), que pot ser isolat i estudiat com a tal, i al que es troben associades diverses UEs (López 1991).

Segons Alonso (1999: 68) les estructures són una unitat d'anàlisi molt pràctica, ja que en general es troben relacionades amb una activitat coneguda, fet que pot ajudar en l'explicació de les restes associades a elles. La mateixa autora afirma que en el cas de Minferri -del que la mateixa autora estudia les restes carpològiques-, és possible utilitzar el FET com a unitat per calcular la ubiqüitat, ja que totes les unitats estratigràfiques mostrejades estan en relació amb una estructura o fet arqueològic, oferint un important marc per a la seva interpretació.

Seguint aquest criteri, i tot i que la unitat d'anàlisi que s'empra en el present estudi, i als tres jaciments -com s'acaba d'esmentar-, sempre és la unitat estratigràfica (UE), la interpretació de les dades antracològiques aquí presentades de Minferri, es realitza a través dels FETs.

La unitat mínima emprada a **escala espacial** en el present estudi és el **jaciment**. Aquest pot integrar dins seu diverses zones o sectors separats a nivell espacial. La seva comparació és de gran importància per la determinació de pautes de conducta i comportament de tipus social, econòmic i ideològic (Rodríguez Ariza 1992: 67). La composició estructural de Minferri -format en gran part per estructures d'emmagatzematge-, impedeix una distinció interpretativa entre zones i sectors, ja que aquests són termes artificials fixats amb l'objectiu de facilitar el seu registre. Pel contrari, als Vilars i als Estinclells sí que coincideixen les zones i els sectors amb delimitacions arqueològiques corresponents a habitacions, cases o barris -amb lleugeres diferències en la denominació utilitzada en cada jaciment-.

La discussió dels resultats (apartat 6) es basa en la **regió** i l'**àrea**: els jaciments localitzats a la plana occidental catalana, amb anàlisis antracològiques, des del bronze ple fins a època ibèrica. La delimitació entre ambdues unitats és imprecisa. La primera és l'agrupació de jaciments amb un cert grau d'homogeneïtat cultural i en ocasions ambiental. I la segona la unitat considerablement major que la de regió, que sovint inclou un gran nombre d'unitats (Rodríguez Ariza 1992: 67). En aquest treball es considera com àrea la plana occidental catalana, dividida en dues regions, els jaciments més occidentals (regió Segre-Cinca) i els més orientals (regió Urgell-Garrigues).

En l'**escala temporal**, la **fase** és l'emprada en l'anàlisi de la Fortalesa dels Vilars. Aquesta unitat és la més emprada per operar des d'un punt de vista d'integració, en termes d'espai i temps, o de reconstrucció històric-cultural. El mateix jaciment gaudeix de dues fases pertanyents a la primera edat del ferro (Vilars 0 i Vilars I), una a l'ibèric antic (Vilars II) i dues a l'ibèric ple (Vilars III i Vilars IV). Una fase pot contemplar subfases, que tot i existents en aquest jaciment, s'obvien tant en la discussió metodològica dels resultats (capítol 4), com en la dinàmica de l'explotació del bosc a la plana (capítol 6). D'aquesta manera s'eviten errors, sovint fruit de la seva manca i/o imprecisió.

Pel que fa Minferri, tot i gaudir de dos períodes d'ocupació (o fases) coneguts fins al moment (pertanyents al neolític i bronze ple), en la presentació dels seus resultats (capítol 5) tan sols s'inclouen les estructures corresponents al segon període, ja que el volum de dades del més antic són molt escasses. Els Estinclells, per la seva banda, presenta una única fase d'ocupació (de l'ibèric ple).

Les unitats estrictament temporals s'elaboren a partir de **seqüències**. Les seqüències locals, d'un jaciment o localitat, es determinen pel grau d'homogeneïtat o variació que s'aprecia en funció del temps i l'espai. La comparació de seqüències locals permet l'elaboració de seqüències regionals, i així successivament, fins assolir els graus més amplis referents a unitats espacials (Rodríguez Ariza 1992: 69).

### 3.4. Interpretació de les dades

El cor interpretatiu en aquest treball es centra en dues vessants: una enfocada en la reconstrucció del paisatge (paleopaisatgística) i l'altra en el tipus d'aprofitament de la fusta per part dels habitants de l'època (paleoeconòmica). Des dels inicis de la recerca antracològica s'ha treballat en les dues línies interpretatives, si bé presenten importants limitacions i aportacions, debatudes per un gran nombre d'especialistes. Entre els nombrosos estudis relacionats amb aquest tema, a continuació es fa esment a alguns dels més destacats. Els relacionats amb la reconstrucció del paisatge Vernet 1973, 1976, 1986, 1990, 1991, 1997; Vernet i Thiébault 1987; Thiébault 1980, 1988; Chabal 1982, 1988a, 1990, 1991, 1992, 1994, 1997, 2001; Heinz 1990; Heinz *et al.* 1992; Shackleton i Prins 1992; Badal 1992; Badal *et al.* 1994; Figueiral 1992; Grau 1992; Théry-Parisot 1998, 2001; Figueiral i Willcox 1999; Ntinou 2000, etc. I amb la paleoeconomia Western 1971; Ford 1979; King i Graham 1981; Smart i Hoffman 1988; Pearsall 1988; Miller 1991; February 1992; Thompson 1994; Piqué 1999a, 1999b; Figueiral i Mossbrugger 2000, etc.

La limitació compartida per ambdues vessants és la parcialitat d'informació registrada a través dels carbons recuperats envers l'original, ja que aquests no són un reflex directe de la vegetació o fusta emprada. Això és degut, per una banda, a la manca de correspondència entre la fusta usada i les restes antracològiques carbonitzades -per l'habitual descomposició dels vestigis llenyosos-<sup>26</sup>, i per una altra a la desaparició de fusta cremada a través de la seva conversió en cendra durant la seva combustió. Finalment cal tenir en compte també la pèrdua de carbons fruit dels processos deposicionals, postdeposicionals i factors arqueològics.

<sup>26</sup> Menys en els casos on aquests han estat dipositats en ambients anaeròbics, permetent la seva conservació.



Tenint en compte aquestes limitacions, es pot dir que els carbons arqueològics poden aportar informació en ambdues vessants, ja que aquests són testimoni, tant de la gestió de fusta per part de la població com del paisatge forestal de l'època. En tot cas, com coincideixen els/les especialistes citats/des, cal tenir molta cura a l'hora d'interpretar els seus resultats.

### 3.4.1. Paleopaisatge

La interpretació paleopaisatgística ha estat i és un dels temes més debatuts en antracologia. Per aquesta raó, en aquest apartat no és pretén exposar l'ampli gruix de discussions existents sobre el tema -consultables en la bibliografia citada recentment aquí-, sinó exposar les principals qüestions que atenen al present estudi.

Aquesta discussió es centra en la possibilitat (o no) de reconstruir l'entorn vegetal a través dels carbons arqueològics. Cal tenir molt present que aquests, a més de patir la pèrdua d'informació fruit de la carbonització de la fusta, són vestigis arqueològics d'aportació antròpica, amb tots els problemes de selecció i representativitat que això implica (Piqué 1999a: 79).

Tanmateix, es reconeix el valor paleoambiental de les dades antracològiques, condicionada pels usos de la vegetació per part dels seus habitants (García Martínez 2009: 104). Per aquesta raó, és primordial que aquesta interpretació s'adeqüi a les circumstàncies de cada jaciment o territori, ja que, per exemple, com planteja Piqué (1999a: 290), si existeix diferència entre els resultats antracològics en el mateix territori i cronologia, i entre les subunitats del mateix jaciment i episodi (fase), significa que la visió de la reconstrucció paleopaisatgística a través dels carbons arqueològics s'ha de replantejar.

Segons la proposta de Chabal (1992: 215), existeix una correlació directa entre la duració de l'ocupació i la superfície d'espai vegetal d'on els habitants de l'època extraguieren aquest recurs<sup>27</sup>. A l'igual que el medi, les necessitats del grup humà també són canviants. A part de la duració de l'ocupació que influeix directament en el volum de la fusta necessària, existeixen altres factors que les defineixen, com la mida del grup, la naturalesa dels assentaments -si estan especialitzats en determinats processos de treball o no-, etc. (Piqué 1999a: 44).

Tot i no establir una relació directa entre duració de l'ocupació i diversitat taxonòmica dels conjunts (Caruso 2012: 35), sí que es pot vincular l'esgotament dels recursos vegetals propers al jaciment amb el canvi en l'ampliació de les àrees de captació de fusta, o/i la utilització de les espècies menys valorades en un primer moment (Carrión Marco 2003: 49).

---

<sup>27</sup> Al contrari de la de durada curta, on la superfície de territori emprat per l'aprovisionament de fusta serà parcial, arbitrària i fragmentada.

Un altre aspecte a destacar és l'absència de tàxons en el registre antracològic, la qual cosa no suposa obligatòriament que aquests no s'empressin o que no es trobessin a l'entorn del jaciment. La seva absència pot ser resultat de la seva desaparició degut als processos tafonòmics, al sistema de mostreig o a la selecció d'espècies (basat en Badal 1990b a García Martínez 2009: 105). En relació a la interpretació d'aquesta absència, Picornell Gelabert (2012: 71) afirma la possibilitat de reconstruir-la, a partir de les anàlisis pol·líniques i a través de la recollida i relació d'altres evidències com: l'anàlisi del context arqueològic immediat -formació dels dipòsits arqueològics, agents tafonòmics, interpretació de les activitats dutes a terme en cada àmbit, etc.-, i del context general -característiques socials, culturals i econòmiques de la societat estudiada, com del seu entorn ecològic-.

En el present estudi es descarta una interpretació climàtica directa dels resultats antracològics, ja que aquesta no presenta una fidelitat suficient per la deducció de les condicions medioambientals basades en la composició o abundància relativa de les espècies (Piqué 1999a: 81). Això es deu a "que el concepte de comunitat vegetal no és tancat, donat que les condicions ambientals mai són idèntiques, les comunitats vegetals poden presentar variacions en major o menor grau i en funció de la variabilitat ambiental. A més com les condicions climàtiques mai canvien brusquement, les comunitats vegetals presenten moltes i variades formes de transició que encara compliquen més el mosaic de la vegetació" (Piqué 1999a: 83). Terradas (2001 a García Martínez 2009: 104) també recolza l'evident inexistència d'una dinàmica vegetal predeterminada davant unes condicions climàtiques concretes, ja que la resposta de la vegetació a les perturbacions és independent, seguint la seva pròpia dinàmica interna i sense respostes mecàniques.

El carbó dispers (Carrión Marco 2003: 47) es considera el més adequat per la caracterització de l'entorn vegetal del jaciment, al contrari que el carbó concentrat -procedent d'estructures de combustió- que no s'estima suficientment representatiu per una interpretació paleopaisatgística (Chabal 1988a: 214), com s'esmenta en apartats anteriors (*vid.* apartat 3.2). Aquest darrer requereix altre tipus de tractament i presentació de les dades ja que per sí sol generalment presenta una composició esbiaixada de la realitat que es relaciona bé amb usos molt puntuals o amb moments molt concrets. Seguint aquest criteri, i per detectar diferències i similituds taxonòmiques entre ambdós tipus de carbons, en el present treball s'estudien els carbons dispersos i concentrats de manera conjunta i separada en els tres jaciments objecte d'estudi. Als Vilars per cada fase d'ocupació per separat, en ser l'únic dels tres amb més d'una fase amb carbons analitzats pertanyents als períodes inclosos en aquest treball (capítol 6).

Per minimitzar aquestes limitacions o observacions paleoambientals, i elaborar-ne una interpretació el més fiable possible, Chabal (1988a, 1992) estableix diverses condicions:

- La procedència dels carbons ha de ser de focs domèstics (dispersos).

- Les restes antracològiques han de ser els residus d'una activitat amb duració temporal suficientment llarga -alguns anys d'activitat-, i no de curta durada -alguns dies-.
- El mostreig dels carbons s'ha d'efectuar correctament.
- Per garantir la fiabilitat estadística, la distribució dels tàxons i les seves freqüències han de ser regulars.

D'entre aquestes condicions, la que no es compleix en les anàlisis dels tres jaciments és la homogeneïtat de les restes, degut a la utilització de dos mètodes en l'establiment del nombre de restes analitzades per mostra (*vid.* capítol 4). Per aquesta raó, en l'apartat dedicat a la interpretació de les dades de Minferri des de la vessant paleopaisatgística (apartat 5.5.1) tan sols es tindrà en compte l'absència i presència dels tàxons determinats i el seu ordre de representació -respecte la majoria de freqüències dels mètodes de mesura directa i indirecta-, descartant les freqüències relatives dels fragments analitzats, degut a la dificultat en la interpretació de dades heterogènies (Piqué 1998: 10). En la discussió dels resultats antracològics dels Vilars i els Estinçells (capítol 6), es considerarà tan sols l'absència/presència dels tàxons únicament en el tractament d'aspectes paleopaisatgístics.

Tenint en compte els arguments abans exposats, la interpretació paleopaisatgística dels carbons procedents de Minferri es basa en :

- La presentació dels tàxons arqueològics respecte la topografia i orografia actual, i l'anàlisi de l'àrea de captació.
- L'anàlisi del tipus de fusta emprada/modalitat de recollida.
- Finalment l'anàlisi paleopaisatgística a través de les dades antracològiques, palinològiques i carpològiques.

L'antracologia assumeix un "principi d'actualisme" fonamentat en el pressupost que la dinàmica de la vegetació no ha patit variacions durant tot el Quaternari (García Martínez 2009: 104), i que els requeriments ecològics de les espècies en el passat són similars a les observables en el present (Picornell Gelibert 2012: 70). Aquesta semblança permet que les dades antracològiques siguin comparables a les actuals.

La **topografia i orografia** representades pels tàxons antracològics, fan referència als dos territoris fitogeogràfics o biogeogràfics actuals de la península Ibèrica (igual que indiquen les dades de Celma (2015: 186-187) (figura 3.4.1). Aquestes dues unitats territorials amb trets ecològics característics i marcadament diferencials -fonamentalment climàtics però també per derivació, florístics i paisatgístics-, són reconeguts de manera coincident a partir de diverses aproximacions científiques. Si el règim al que pertanyen és hídric, aquestes s'anomenen de manera senzilla “Ibèria seca” i “Ibèria humida”. Aquesta divisió biogeogràfica de primer ordre a les terres ibèriques, també és assenyalada pel tipus climàtic atlànticitat davant mediterraneïtat, i per les regions fitocorològiques, eurosiberiana o medioeuropea i mediterrània. La Ibèrica mediterrània -que correspon a la seca-, es caracteritza per una estratègia planocaducifòlia, relacionada amb la superació del fred hivernal. La Ibèrica atlàntica o eurosiberiana/medioeuropea -corresponent a la humida-, el fred és el factor més desfavorable, i les formes biològiques que hi tenen més èxit són les perennifòlies xeròfiles, de fulla plana o acicular forma d'agulla. La vegetació però no és estàtica ni planificada, localitzant àrees humides en zones seques i viceversa (Costa *et al.* 2005: 34).

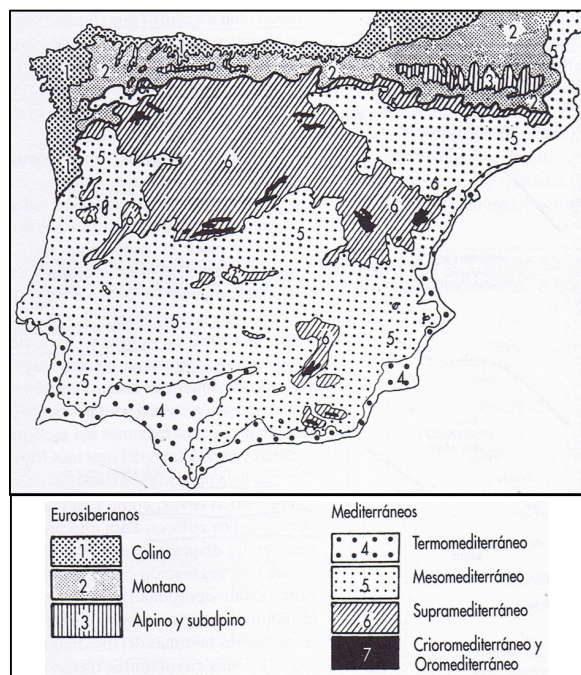


Figura 3.4.1. Distribució dels pisos bioclimàtics segons Rivas Martínez (1987 a Costa *et al.* 2005: 37) a la península Ibèrica.

La distribució diversa i dinàmica de la vegetació obliga a simplificar el pis al que pertany cada espècie identificada en la present tesi, elegint el que està més representat a cada tàxon. En base a la classificació realitzada per Rivas-Martínez (1987 a Costa *et al.* 2005: 37, 38), els tàxons identificats en la present anàlisi antracològica pertanyen a cinc pisos bioclimàtics actuals situats al territori del nord-est de la península Ibèrica. De la regió eurosiberiana destaquen els pisos Montà, Alpí i Subalpí. De la mediterrània el Mesomediterrani, Termomediterrani i Supramediterrani (figura 3.4.2). Tanmateix, cal recordar que la plana occidental catalana és una

zona molt característica biogeogràficament i que es situa en un pis bioclimàtic concret, el Mesomediterrani.

Principales tipos de vegetación		Región mediterránea			
Pastizales alpinizados («Tasca alpina»)		NIVAL ALPINO			
Landas subalpinas, enebrales y sabinas rastreras Pinares	Rododendro, arándano Gayuba Pino negro	SUBALPINO			
Bosques planocaducifolios y aciculifolios mesófilos	Hayedos, abedulares Acebo, tejo, abeto Pino silvestre	MONTANO			
Bosques planocaducifolios y perennifolios relicticos	Robledales Bosques mixtos: fresnos, tilos, olmos, temblones, arces, serbales, etcétera. Encinares con laureles	COLINO (o basal)			
Criterio		Térmico (Alitudinal)			

Principales tipos de vegetación	Región mediterránea			
	Ozenda	Quézel	Rivas Martínez	Emberger *
Pastizales psicroxerófilos	ALTIMEDITERRÁNEO SUPERIOR	ALTIMEDITERRÁNEO	CRYO-OROMEDITERRÁNEO	PISOS DE ALTA MONTAÑA MEDITERRÁNEA MEDIT. HÚMEDO MEDIT. SUB-HÚMEDO MEDIT. SECO MEDITERRÁNEO SEMIÁRIDO MEDITERRÁNEO ÁRIDO
Matorrales almohadillado-espinosos, piornales	ALTIMEDITERRÁNEO INFERIOR	OROMEDITERRÁNEO	OROMEDITERRÁNEO	
Bosques aciculifolios Pinares Sabinas	OROMEDITERRÁNEO	MONTANO-MEDITERRÁNEO	SUPRAMEDITERRÁNEO	
Bosques marcescentes Melojares Quejigares	SUPRAMEDITERRÁNEO	SUPRAMEDITERRÁNEO	MESOMEDITERRÁNEO	
Bosques esclerófilos Encinares Alcornocales	MESOMEDITERRÁNEO	MESOMEDITERRÁNEO	MESOMEDITERRÁNEO	
Maquis, garriga, bosques esclerófilos termófilos	Coscojares, espinales, Lentiscars, etcétera Algarrobo, palmito	TERMOMEDITERRÁNEO	TERMOMEDITERRÁNEO	
Criterio	Térmico	Térmico	Térmico	Térmico e hídrico

\* No puede establecerse una correspondencia precisa dado que en su delimitación entran las precipitaciones además de las temperaturas.

Figura 3.4.2. Quadres d'equivalències entre pisos bioclimàtics i ecosistemes de la regió eurosiberiana i mediterrània (Costa *et al.* 2005: 39).

És oportú afegir, a aquests pisos climàtics, la vegetació de ribera. El medi de ribera constitueix una singularitat ambiental i paisatgística dins del marc biogeogràfic, independent del territori en el que es desenvolupa. Aquesta singularitat és conseqüència de la modificació d'alguns paràmetres ambientals determinats per la vida vegetal. L'existència d'un curs d'aigua provoca una sèrie de canvis importants en les condicions ecològiques dels territoris adjacents. Les més destacades consisteixen en una major disponibilitat hídrica respecte les àrees no riberes, com conseqüència de la major proximitat a la superfície del nivell freàtic. En resum, gaudeix d'un medi més humit -sòl i atmosfera- i més fresc que l'espai no riber (Costa *et al.* 2005: 451), i merescudament destacable sobre els pisos climàtics esmentats.

L'anàlisi de l'àrea de captació en aquest projecte s'estudia a través de l'ordre de representació que ocupen els tàxons en la majoria de mesures de freqüència -directe i indirecte- (apartat

3.3.4.3) per pis climàtic més significatiu. En cap cas es consideren les freqüències relatives com a objecte d'estudi d'aquesta vessant.

L'**anàlisi del tipus de fusta identificada a través de l'anàlisi antracològica** permet documentar els estrats arboris i arbustius de la vegetació, deixant al marge les plantes herbàcies que es desintegren amb la combustió (García Martínez 2009: 104). En un cas ideal, amb aquesta informació es podria arribar a descobrir quin tipus de vegetació envoltava el jaciment, si més boscosa -a través de la presència d'una quantitat major d'arbres-, o més degradada/desforestada -més arbustos-, etc.

Aquesta anàlisi però presenta una doble dificultat respecte la interpretació paleopaisatgística. En primer lloc per la desconexió de l'àrea exacta de captació i per tant de la inseguretat de reconstruir l'entorn vegetal de zones properes o llunyanes al jaciment, o ambdues alhora. Per intentar minimitzar aquesta incertesa, aquí s'estudien els carbons de procedència dispersa i concentrada de manera conjunta i separada -com s'assenyala en repetides ocasions-.

En segon, la incertitud que suposa la identificació de molts tàxons arboris i arbustius degut a la possibilitat de pertànyer a un o a l'altre tipus, depenent al moment de creixement en que aquest deixa de viure. En aquesta cas, la classificació entre un o altre tipus de fusta respecte cada tàxon es basa en la realitzada per Masclans (1984a, 1984b). Aquest elabora una classificació dels tàxons arboris i arbustius dels Països Catalans. L'autor, a més de separar entre aquests dos tipus de fusta, en els arboris inclou els *arbres que prenen correntment formes baixes, d'aspecte arbustiu*, i el mateix amb els arbustos de formes altes -considerats com a arbres-. Segons el seu criteri, la gairebé totalitat dels tàxons identificats en aquest estudi, són classificables tant arboris com arbustius. Per aquesta raó, tot i que en la present tesi la classificació entre aquests dos tipus de fusta es basa en la realitzada pel mateix autor, en aquest cas, i per simplificar i facilitar la seva interpretació, tan sols es considera la forma més habitual que caracteritza cada espècie en el seu entorn vegetatiu (figura 3.4.3). Tanmateix, existeixen tàxons (*Quercus* sp. perennifoli i *Prunus* sp.) que es considera la pertinença als dos tipus de fusta, degut a l'àmplia diversitat d'espècies a la que poden ser originaris, i *Ephedra* sp. i *Vitis vinifera* que són liana.

Certes limitacions en la reconstrucció de l'entorn paleopaisatgística dels jaciments, a través de les dades antracològiques, poden complementar-se (que no solucionar-se) amb diverses disciplines. En l'apartat 5.5.1.4, i com a mode exploratori, a més dels resultats **antracològics** de Minferri, també s'inclouen els **palinològics** i **carpològics** del mateix jaciment. La unió i comparació dels resultats d'aquestes disciplines permet la realització fins i tot de seqüències regionals cada cop més complexes (Carrión Marco 2005b: 29), sempre assumint però les limitacions de cadascuna. En la discussió de la dinàmica en l'explotació del bosc a la plana

occidental catalana durant la protohistòria també es consideren part dels resultats palinològics realitzats a la mateixa regió i marc cronològic (apartat 6.2).

Tàxons	CLASSIFICACIÓ DELS TÀXONS SEGONS EL TIPUS DE FUSTA ARBÒRIA/ARBUSTIVA/LIANA						Nom comú
	Segons F. Masclans (1984a, 1984b)			Aplicada al present estudi			
	ARBRE	ARBUST	LIANA	ARBRE	ARBUST	LIANA	
<i>Acer</i> sp.	x	x		x			auró
<i>Alnus</i> sp.	x	x		x			vern
<i>Arbutus unedo</i>	x	x			x		arboç
cf. <i>Berberis</i> sp.		x			x		cf. berberis
<i>Buxus sempervirens</i>	x	x			x		boix (comú)
Cistaceae					x		cistàcia
Chenopodiaceae		x			x		chenopodiàcia
Coniferae				x			conifera
<i>Corylus</i> sp.	x			x			avellaner
<i>Ephedra</i> sp.			x			x	èfedra
<i>Erica</i> sp.		x			x		bruc
<i>Ficus carica</i>	x			x			figuera
<i>Fraxinus</i> sp.	x	x		x			freixe
<i>Juglans</i> sp.	x			x			noguera
<i>Juniperus</i> sp.	x	x			x		ginebre
Labiatae (Lamiaceae)					x		labiada (lamiàcia)
Papilionaceae (Fabaceae)					x		papilionàcia (fabàcia)
Monocotyledoneae					x		monocotiledònia
cf. <i>Olea europaea</i>	x			x			cf. olivera, ullastre
<i>Pinus</i> sp.	x	x		x			pinus
<i>Pinus halepensis</i>	x	x		x			pi blanc
<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	x	x		x			pi roig, pinassa
<i>Pistacia lentiscus</i>	x	x			x		llentiscle
<i>Prunus</i> sp.	x	x		x	x		prunus
<i>Quercus</i> sp.	x	x		x			quercus
<i>Quercus</i> sp. caducifoli	x	x		x			roure
<i>Quercus</i> sp. perennifoli	x	x		x	x		alzina (carrasca), coscoll, surera
<i>Rhamnus/Phillyrea</i>	x	x			x		ramnàcia/aladern
Rosaceae/Maloideae	x			x			rosàcia/maloide
<i>Rosmarinus officinalis</i>		x			x		romaní
<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	x	x		x			salze, saule/pollancre
<i>Tamarix</i> sp.	x	x			x		tamariu
<i>Taxus baccata</i>	x			x			teix (comú)
<i>Tilia</i> sp.	x	x		x			tell
<i>Ulmus</i> sp.	x	x		x			om
<i>Vitis vinifera</i>			x	x		x	vinya

Figura 3.4.3. Classificació dels tàxons arboris, arbustius, arboris i/o arbustius i lianes identificats en la totalitat de jaciments amb anàlisis antracològiques de la plana occidental catalana en la protohistòria (III-I mil·lenni).

La comparació entre les anàlisis antracològiques i palinològiques és, encara actualment, tema de debat. Segons Riera (2006: 17) **la palinologia**, d'una manera progressiva, s'està revelant com una de les disciplines més útils per a la reconstrucció dels paisatges vegetals del passat, i nombrosos treballs demostren que les seqüències antracològiques de la vessant mediterrània són contrastables amb les palinològiques (Leroyer i Heinz 1992 a Allué 2002: 12). Nelle *et al.* (2010: 2126) a través dels seus estudis, també exposen que les dades antracològiques i palinològiques es complementen en la creació d'un quadre més detallat de la història forestal i del canvi del

paisatge que el que proporcionaria un únic mètode. La combinació entre els resultats d'ambdues disciplines podria compensar els desavantatges de cadascuna amb un mostreig adequat i enfortir les interpretacions sobre la composició vegetal i dinàmica a escala local, extra-local i regional (Nelle *et al.* (2010: 2127). Picornell Gelabert (2012: 71) afirma que des d'una perspectiva d'absència taxonòmica a través dels carbons, les anàlisis palinològiques -procedents tant del sediment del mateix jaciment com en seqüències naturals geogràfiques i cronològicament pròximes-, constitueixen la millor eina, tot i les seves pròpies limitacions i contingències

Per altra banda, l'existència de divergències entre ambdues disciplines pot basar-se en aspectes culturals i tafonòmics (Zapata 1999: 107). Aquestes diferències afirmen que els resultats d'ambdues no són del tot comparables, degut a les divergències en el material d'anàlisi de cadascuna: l'antracologia únicament es pot basar en la vegetació llenyosa, i la palinologia en el pol·len i les espores que provenen de tots els estrats vegetals -arbori, arbustiu i herbaci- (Ruiz Alonso 2014: 84). A més, les escales geogràfiques de les dos sovint són diferents, ja que la vegetació representada al registre pol·línic pot ser més diversa que l'antracològica -degut al mode de dispersió més ampli-. Les espècies presents al primer no necessàriament es trobarien a les immediacions dels jaciments arqueològics, sinó que podrien estar representades comunitats vegetals que es desenvoluparien a major distància. Actualment no s'està en condicions d'avaluar si les desigualtats entre els resultats pol·línics i antracològics es deuen a les diferents escales espacials o als processos de formació d'ambdós registres (Caruso 2012: 358).

Les diferències registrades entre ambdues disciplines són bastant evidents. La llenya producte de l'activitat humana, ha de ser transportada al jaciment i pot estar reflectint els patrons d'aprovisionament del grup. Per aquest motiu, l'avantatge del carbó és la seva immediatesa, la seva clara relació amb l'activitat humana. En canvi, la palinologia tot i comptar amb altres tipus de limitacions<sup>28</sup>, sí que és capaç de registrar la importància ambiental de les plantes llenyoses (García Martínez 2009: 104). La combinació dels resultats que proporcionen ambdues disciplines ajuda a discriminar la importància dels factors naturals i culturals en la composició de les mostres (Zapata 1999: 313). Així mateix, diverses autores consideren que la palinologia pot ser comparada o relacionada amb l'antracologia (Zapata 1999: 73; Uzquiano 2000: 146).

A més d'aquestes dues disciplines, la **carpologia** també dóna a conèixer la relació entre les comunitats humanes i el seu entorn vegetal. Aquesta disciplina arqueobotànica, que analitza els fruits i les llavors conservades en els sediments arqueològics, s'integra en el marc d'una aproximació econòmica -i ecològica quan el registre ho permet- de les comunitats del passat. No solament permetent de restituir la història de l'alimentació vegetal, sinó a més, oferint un vast panorama sobre el conjunt dels processos agrícoles: de la plantació a la recol·lecció, i tot el que

<sup>28</sup> No oblidant la inseguretat en l'esterilitat pol·línica ocasionada per diversos motius (Carrión Marco *et al.* 2009 a García Martínez 2009: 104).



concerneix la transformació dels productes i el seu consum (Marinval 1999: 137). A més, la pràctica d'una agricultura intensa és indicador de la degradació forestal a través de la tala d'arbres per la preparació dels camps, i en conseqüència de la desforestació del territori, generant un excedent molt important de fusta utilitzable com a combustible (Antolín 2008: 192).

Per altra banda, les llavors identificades provinents de la recol·lecció de fruits en l'àmbit forestal de l'entorn també mostren la presència de certs tàxons arboris o/i arbustius. En el cas de que aquestes espècies fossin explotades tan sols per aquest fi, la seva presència en forma de carbó seria inexistent. Segons Buxó i Piqué (2008: 9) aquesta pràctica, tot i estar ben documentada etnogràficament, sempre ha estat considerada poc important, degut, en part, a la poca visibilitat en el registre arqueològic, ocasionat per la no conservació dels treballs d'obtenció i transformació d'aquests recursos.

El mode de consum també és important en relació a la conservació de les restes, ja que en molts casos els fruits recol·lectats són consumits en el mateix lloc on es recullen, no aportant cap tipus de resta a l'assentament (Alonso 1999: 164).

Les diverses plantes silvestres documentades a través de la carpologia, també poden oferir una informació significativa sobre la configuració general del medi vegetal explotat pels grups humans. No obstant això, cal tenir en compte que aquesta informació és molt parcial, ja que la imatge que aquestes ofereixen de la composició del medi vegetal pot estar falsejada. Tant de forma conscient -per la selecció de certes plantes d'interès per les societats de l'època i dutes al jaciment- com inconscient -pel creixement de nombroses plantes fora dels seus hàbitats originals i properes al jaciment- (Rovira Buendía 2007: 496, 497).

El registre arqueològic de llavors de plantes silvestres és fruit, per tant, de les activitats bàsiques de manipulació dels recursos vegetals, tant de la recol·lecció com del conreu intencional, o de l'atzar en estar barrejades amb altres productes vegetals que es pretenien collir. Aquestes tant poden ser arbòries, arbustives com herbàcies, i en ocasions es documenten a través de fruits comestibles. La seva interpretació resulta molt complexa, sempre i quant no es trobin formant part de contextos inequívocs en quant al seu ús (Rovira Buendía 2007: 2, 272, 292, 442, 523).

Tanmateix, l'ús de les plantes silvestres cada cop s'està tenint més en compte, com demostren estudis realitzats recentment a la zona mediterrània de la península Ibèrica, tals com Antolín i Jacomet (2015); Alonso *et al.* (2016). Però continua existint una important manca de dades en moltes regions que impedeix comparacions geogràfiques (Alonso *et al.* 2016: 83).

A l'igual que la comparació entre l'antracologia i la palinologia, la carpologia per tant també té les seves limitacions, ja que tan sols ofereix un petit registre de la vegetació de l'entorn, com s'acaba de presentar breument.

No obstant això, si s'uneixen els resultats taxonòmics de les tres disciplines procedents d'un mateix jaciment, la informació proporcionada pot ser realment significativa. Per aquesta raó, en la present anàlisi es mostra la presència/absència dels tàxons -arboris, arbustius i herbacis- identificats en les tres disciplines de manera conjunta a Minferri, com a mode exploratori (apartat 5.5.1.) respecte els Vilars i els Estinclells, on es consideren tan sols els resultats palinològics i antracològics (apartat 6.2).

### 3.4.2. Paleoeconomia

La paleoeconomia és la vessant que analitza la gestió del material llenyós per part dels ocupants d'un jaciment arqueològic, a través principalment de la identificació taxonòmica dels carbons i fustes. L'existència de determinats tàxons en el registre antracològic pot ser indicativa de certes modalitats d'ús dels recursos, d'una selecció intencional d'espècies determinades o canvis en les àrees de captació on es duu a terme l'obtenció del material llenyós. Tot i així, les diferències entre contextos no sempre són fàcils d'interpretar (Caruso 2012: 34).

Cal no oblidar que aquests tàxons procedeixen de les restes carbonitzades, mostrant una informació parcial respecte l'ús original de les fustes. El més habitual és que aquestes vinguin d'estructures de combustió amb finalitats domèstiques -culinàries o calorífiques-, no descartant però la crema de les constructives -de manera accidental o intencionada- i/o objectes -estris domèstics, eines agrícoles, elements ornamentals, entre altres-. La desconexió del seu origen, en la majoria de casos, obre un gran ventall de possibilitats i, alhora, dificulta la seva interpretació.

Les dades dendrològiques i alteracions produïdes durant la vida de la planta i per microorganismes, i les alteracions tafonòmiques, presents en els carbons arqueològics, també permeten comprendre la modalitat d'obtenció del material llenyós. No obstant això, en el present estudi aquestes dades es presenten en apartats diferents a la interpretació paleoeconòmica (apartat 5.4.1), degut, per una banda, a que la majoria d'elles encara es troben en procés d'estudi i, per l'altra, a l'escassetat -en alguns casos- dels fragments disponibles, resultant estadísticament poc representatius. Aquest és el cas, per exemple, del registre de l'estacionalitat de la mort de la planta, on el nombre de carbons en el que es conserva l'escorça -part de la planta que permet aquesta identificació- és molt reduït.

En el cas de Minferri (capítol 5), un cop presentats els resultats de l'anàlisi taxonòmica de totes les dades antracològiques (apartat 5.3) a través de diversos mètodes, aquesta s'empra com a base per elaborar l'anàlisi paleoeconòmica del mateix jaciment. Aquesta descripció, junt amb l'**anàlisi de la variabilitat/distribució dels tàxons** respecte els fragments determinats per estructura, permet descobrir quines són les espècies amb més valor econòmic. Per estudiar aquesta variabilitat, primer s'observa la normalitat o no del nombre de tàxons determinats i el de fragments identificats per estructura, per separat (a través del gràfic de probabilitat QQ<sup>29</sup> i del test de Shapiro-Wilk<sup>30</sup>). Posteriorment es determina l'existència o no d'una correlació entre ambdues variables -amb el diagrama de correlació o dispersió-. El programa estadístic emprat és PAST (Paleontological Statistics) d'acord als manual de referència de Barceló (2007).

Després d'analitzar el nombre de tàxons per estructura -destacant els FETs amb més i menys tàxons-, es procedeix a analitzar la seva distribució completa i detallada dins de cadascuna. A l'igual que a Piqué (1999a: 162), el primer que s'elabora aquí és l'estadística descriptiva de cada tàxon<sup>31</sup>. Seguint el treball realitzat per la mateixa autora, els tàxons es divideixen en tres nivells de concentracions:

**Concentracions molt elevades**  
**Concentracions mitjanes**  
**Concentracions baixes i molt baixes**

El criteri emprat per classificar els tàxons segons els tipus de concentracions es formula envers la seva agrupació a través de les unitats de desviació típica el més similars possibles (*vid.* fórmula següent). Aquesta classificació es realitza per cada jaciment i mètode -en funció de les dades resultants- degut a la heterogeneïtat del nombre de fragments analitzats per mostra. A través d'aquesta unitat s'analitza la diversitat entre els FETs i s'esbrina quin és el grau d'aquesta variabilitat existent en l'interval format per la mitja i el valor extrem de cada tàxon. Com més gran sigui aquest índex d'unitat de desviació típica, més gran serà aquest interval i més gran la diversitat entre les estructures.

**Unitat de desviació típica** = valor màxim-mitja/desviació típica

<sup>29</sup> Tipus de gràfic de probabilitat normal que comprova si un conjunt de dades pot considerar-se o no procedent d'una distribució normal i si la causa de la variabilitat observada és una acció intencional (Barceló 2007: 55).

<sup>30</sup> És una prova més sòlida i fiable que el gràfic de probabilitat QQ, però l'objectiu és el mateix. S'empra per comprovar si una única distribució (una columna seleccionada) amb més de 3 observacions però menys de 5000 és normal. Si la significació probabilística de la prova indica una probabilitat menor de 0,050 (5%), la sèrie no és normal. Si pel contrari p(normal) és un nombre major de 0,050, les dades de la columna seleccionada sí que es distribueixen normalment (Barceló 2007: 57, 58).

<sup>31</sup> A través del programa estadístic PAST (Barceló 2007: 39-44), com ja s'esmenta.

També cal observar, per una altra banda, la diferència del nombre d'aquesta unitat de desviació típica entre els tàxons considerats més representats -amb unitat de desviació típica més elevada-, degut a l'existència de valors extrems en determinades estructures que poden distorsionar la interpretació de les dades. Per altra banda, el coeficient de variació (CV) permet determinar la similitud en la distribució. Quan aquest és baix -homogeneïtat de les mostres-, indica que tot i la presència d'estructures amb valors extrems dels tàxons més abundants, entre la resta de FETs la distribució d'aquests tàxons és similar (Piqué 1999a: 163). Aquests valors extrems poden provocar diferències entre la unitat de desviació típica i el coeficient de variació (CV). Per aquesta raó, tot i que la unitat de desviació típica ofereix una valuosa informació, és prudent considerar per separat les tres variables que la relacionen -valor màxim, mitja i desviació típica-.

L'anàlisi d'aquesta diferència -entre la unitat de desviació típica i el coeficient de variació-, es representa en diagrames de caixa. Aquests permeten observar quines estructures presenten valors extrems distorsionadors dels resultats i decidir si es creu necessari o no la seva exclusió.

En el present estudi els tàxons amb més valor econòmic s'exposen a través de la informació mostrada per la variabilitat taxonòmica i la descripció dels tàxons. En la discussió metodologia dels resultats de Minferri, Vilars i Estinclells (capítol 4), es consideren els sis tàxons més representats, i en la interpretació de les dades paleoeconòmiques de Minferri nou (apartat 5.5.2.2). La diferència entre el nombre de tàxons més representats entre ambdós apartats es basa en la necessitat metodològica que requereix cada objectiu. Mentre que en la discussió de la metodologia aquest nombre de tàxons s'usa com una eina per analitzar les similituds i diferències entre els resultats obtinguts en dos metodologies diferents, la interpretació paleoeconòmica intenta descobrir quins poden haver estat els tàxons més usats pels habitants de l'assentament. Aquests tàxons s'analitzen de manera més profunda a la resta, amb l'objectiu d'esbrinar si realment existeix un major ús d'aquests, o si són resultat de la sobrerrepresentació fruit de la fragmentació dels carbons.

A l'igual que a la vessant paleopaisatgística, en la paleoeconòmica també s'analitza els **tipus de fusta emprada (arbòria/arbustiva, i liana en el capítol 6)**, però en aquest cas des de la perspectiva de la seva **gestió i ús**, ja que en la seva forma habitual són indicadors de la modalitat d'aprovisionament de la fusta. Tot i la dificultat en la distinció entre els dos primers tipus de fusta a través de les restes antracològiques, els criteris emprats per classificar els tàxons són els presentats anteriorment (apartat 3.4.1). A banda de presentar aquests tipus de fusta emprada per període (capítol 6), en el cas de Minferri aquests també s'exposen per tipus d'estructures (apartat 5.5.2.3), dels Vilars per cada fase cronològica i sector -apartats 6.1.3.1 (Vilars 0 i I), apartat 6.1.4.1 (Vilars II) i apartat 6.1.4.2.1 (Vilars III i IV)-, els Estinclells per cases (apartat 6.1.4.2.2).

En general, les necessitats d'obtenció d'un o l'altre tipus de fusta depèn -en el cas de construccions- de la mena d'estructura que s'hagi de construir. L'aprovisionament de grans arbres precisa, en principi, d'una cerca prèvia i d'una posterior planificació per la tala i transport fins al jaciment. En el cas de cabanes, aquestes exigeixen una planificació menor, ja que el calibre emprat es recuperaria amb major facilitat en l'entorn (Celma 2015: 207).

Segons Celma (2015: 207, 208), tant les estructures més monumentals com les de menor mida requereixen de dues fases en la construcció:

1. La construcció de l'esquelet de l'estructura. Aquesta necessita un treball més tècnic, amb coneixements de les propietats físiques -tracció i mecànica- de les plantes, durant la qual es construeix l'esquelet de l'estructura -postes, bigues i biguetes-. En el cas de les construccions tipus cabana aquestes s'eleven pràcticament en la seva totalitat amb un esquelet d'empallissat, postes, bigues i biguetes, íntegrament de fusta. La unió de les diferents parts estructurals es realitzaria mitjançant l'ús de corderia. Aquesta fase precisa de plantes de mida mitjana i gran, i requereix d'instruments especialitzats tipus destral i/o aixà per obtenir la fusta necessària.
2. La cobertura total de la sostrada amb plantes arbustives, branques d'arbres i herbàcies. Aquesta fase no necessita tanta tècnica, i en principi, resulta indiferent el tipus de planta a utilitzar. Per aquest motiu és suficient l'ús de massa arbustiva, tot i que també és possible l'ús de la massa vegetal de branques i branquetes de rebuig dels individus de tipus de fusta, emprats durant la primera fase constructiva. En aquest procés no té per què ser necessari l'ús d'instruments específics en la seva obtenció per la possibilitat de recol·lectar massa forestal arbustiva -fresca o seca- de manera manual. Però per agilitzar el treball es poden emprar utensilis de tall -indústria lítica tallada, ganivets, serretes-, tot i no ser indispensables.

A més de la construcció d'estructures, el tipus de fusta emprada també pot ser representativa de la combustió i fabricació d'objectes quotidians. En els dos casos s'emprarien fusta de tipus arbòria i arbustiva depenent dels recursos disponibles i de les necessitats que ha de resoldre aquest recurs.

La interpretació paleoeconòmica parteix de l'estudi de la **densitat** de fragments per litre de sediment rentat i la **diversitat dels tàxons** per estructura, mètodes de mesura de freqüència indirecta presentats anteriorment (apartat 3.3.4.3.2). Per la seva part l'**anàlisi espacial** de les restes de carbons estudiats, es desenvolupa des de diverses perspectives: des de la gestió de l'espai social del jaciment, i des de la gestió del territori (Martín Seijo 2013: 144).

La presència/absència de material antracològic en determinats **espais o àmbits dins d'un jaciment**, permet valorar aspectes relacionats amb l'ús del combustible domèstic en relació a les diverses activitats, estimant l'ús de certs tàxons per unes activitats concretes o altres (Picornell Gelabert 2012: 69). Des d'aquesta perspectiva, s'obté un enfocament més funcionalista o arquitectònic dels espais del jaciment, o dels espais de les mateixes estructures arquitectòniques (López Bultó 2015: 75).

El descobriment de la funció originària, i els processos deposicionals i postdeposicionals soferts per tota estructura arqueològica, pot permetre una aproximació a la modalitat d'obtenció de la fusta carbonitzada analitzada. Per aquesta raó és important tenir present quina classe de restes antracològiques es pot recuperar en cada tipus d'estructura.

Els carbons en **enterraments**, poden procedir tant del ritual funerari com del sediment reutilitzat d'altres àmbits, degut a la reutilització de les mateixes estructures -habitualment d'emmagatzematge, fosses simples, etc.- com a tombes d'inhumació.

Les restes de carbons recuperades als **forats de pal (FO)** poden correspondre, segons Martín Seijo (2013: 143), a restes de pal carbonitzat en el mateix forat, restes de la punta de pal carbonitzada per millorar la seva conservació, o carbons procedents de la neteja d'estructures de combustió i àrees d'habitació que es depositen en l'interior del pal. Aquest tipus de FET sovint pertany a **elements constructius**.

Els tipus d'estrats que rebleixen les **sitges (SJ) o fosses profundes (FP)**, provenen de diferents accions, principalment domèstiques. Per tant les restes recuperades no informen directament sobre els productes emmagatzemats (Alonso 1999: 95), sinó sobre les que conté el sediment de rebliment.

La neteja constant dels **forns (FR) i de les llars (LL)** com a preparació per al següent ús, provoca que les restes antracològiques recuperades procedeixin habitualment de la darrera acció, sent indicadores tan sols dels seus darrers usos (Celma 2015: 201). Tanmateix, Martín Seijo (2013: 140) afirma que és possible la conservació d'altres restes corresponents a la seva amortització, com residus d'activitats domèstiques -restes de menjar, residus relacionats amb el treball de la fusta, etc.-. Les diferències morfològiques i de combustible emprat podrien ser causa dels diferents usos de les mateixes (Celma 2015: 200). Els resultats de les **estructures de combustió** amb restes de fragments de carbó de s'analitzen per separat a la resta d'estructures i de manera conjunta -tant a Minferri com als Vilars i els Estinclells- degut a la diferent interpretació resultant.

**La gestió del territori** per part dels grups humans del passat és un tema d'ampli abast, degut a les diverses variables que hi poden intervenir -grau de riquesa de la vegetació immediata al jaciment, geografia (característiques del relleu local), recursos hídrics, necessitat major o menor de fusta (basada en la mida de la població/família i/o jaciment, etc.)-. Per entendre aquesta gestió cal comprendre que no és un acte estàtic, sinó variable, sempre en funció de les necessitats de les poblacions. A banda de les anàlisis antracològiques, els estudis etnogràfics també ajuden a entendre aquest ús (García Martínez 2009: 106-108).

Respecte a la gestió de l'aprovisionament de combustible, està clar que aquesta dependria de la disponibilitat i abundància de la vegetació de l'entorn del jaciment. En rares ocasions es produiria un transport de fusta des de zones allunyades a aquest (García Martínez 2009: 106). També és evident l'important procés de desforestació i degradació de la vegetació al voltant dels nuclis poblacionals a causa de les activitats de recol·lecció de fusta destinada a combustible (García Martínez 2009: 108).

La presència o absència en el registre arqueològic de restes de l'espècie llenyosa emprada en l'elaboració d'un instrument o **artefacte** permet comprendre les modalitats d'obtenció de la fusta i els possibles usos atorgats. La presència d'una determinada espècie vegetal aprofitada com matèria prima pot reflectir els diferents territoris de captació en el marc dels patrons de mobilitat del grup i dels seus membres (Caruso 2012: 38).

# CAPÍTOL 4



DISCUSSIÓ METODOLÒGICA  
DELS RESULTATS ANTRACOLÒGICS DE  
MINFERRI, VILARS I ESTINCLELLS



Imatge: *Prunus dulcis* (ametller) del camp familiar, Vilanova de Segrià (primavera del 2017).

## CAPÍTOL 4. DISCUSSIÓ METODOLÒGICA DELS RESULTATS ANTRACOLÒGICS DE MINFERRI, VILARS I ESTINCLELLS

L'existència d'anàlisis antracològiques procedents dels tres jaciments objecte d'estudi prèvies al present treball, suposa una sèrie d'avantatges i inconvenients (com s'esmenta en l'apartat 3.3.4.2). Entre els primers destaca la possibilitat d'aplicar una metodologia diferent a l'emprada anteriorment, valorant la representació taxonòmica que ofereix cadascuna. L'objectiu principal del present capítol és per tant, la comparació dels mètodes emprats per cada jaciment.

Per poder dur a terme aquesta comparació ha estat necessari unificar l'atribució taxonòmica emprada en les diferents anàlisis (*vid.* apartat 3.3.2). Com a mode d'aclariment i per facilitar la seva consulta, en la figura 4.1 es presenta el nom llatí i comú de tots els tàxons enregistrats en aquests jaciments i per tant esmentats al llarg d'aquest capítol.

Als tres jaciments s'ha aplicat la mateixa metodologia de mostreig i tractament del sediment, i recollida manual de carbons (*vid.* apartat 3.2). La divergència metodològica recau en el submostreig realitzat en el laboratori, és a dir en el nombre de fragments analitzats per mostra. En els anteriors estudis s'havia estudiat la totalitat de fragments de cadascuna de les unitats d'anàlisi, amb l'excepció dels de mida més reduïda, mentre que en el present treball s'ha explorat estudiar un nombre fix de fragments per mostra. En el primer tipus de mostreig es pretenia obtenir una informació el més detallada possible de cada unitat d'anàlisi amb l'objectiu de comprendre els processos de formació de la unitat. En canvi, en el segon s'ha optat per optimitzar el temps invertit estudiant el màxim d'unitats d'anàlisi i de jaciments per obtenir així una visió global, i intentar a la vegada documentar la variabilitat taxonòmica de les unitats mostrals.

L'aplicació d'un mètode o l'altre de mostreig respon a qüestions concretes i molt diferents. El primer tipus de mostreig proporciona una informació molt detallada de la riquesa i variabilitat taxonòmica de les unitats. El segon en canvi, suposa incloure un biaix mostral. En ambdós casos és possible que s'hagi produït una pèrdua d'informació, tant paleopaisatgística com paleoeconòmica, que podria ser més acusada en el segon cas. L'objectiu en antracologia, com en la resta de les disciplines arqueològiques, és atansar-se el màxim possible a la realitat, tant a nivell de detall de mostra/objecte com globalment. Tanmateix, partint de la base que els processos deposicionals i postdeposicionals, així com la pròpia excavació arqueològica, han

suposat una constant pèrdua d'informació respecte l'originària, cal valorar si el mostreig posterior en el laboratori pot distorsionar encara més la imatge resultant.

NOMENCLATURA DELS TÀXONS REGISTRATS	
Nom llatí	Nom comú
<i>Acer</i> sp.	auró
<i>Alnus</i> sp.	vern
<i>Arbutus unedo</i>	arboç
cf. <i>Berberis</i> sp.	cf. berberis
<i>Buxus sempervirens</i>	boix (comú)
Cistaceae	cistàcia
Coniferae	conífera
<i>Corylus</i> sp.	avellaner
<i>Erica</i> sp.	bruc
<i>Ficus carica</i>	figuera
<i>Fraxinus</i> sp.	freixe
<i>Juglans</i> sp.	noguera
<i>Juniperus</i> sp.	ginebre
Labiatae (Lamiaceae)	labiada (lamiàcia)
Monocotyledoneae	monocotiledònia
cf. <i>Olea europaea</i>	cf. olivera
Papilionaceae (Fabaceae)	papilionàcia (fabàcia)
<i>Pinus</i> sp.	pi
<i>Pinus halepensis</i>	pi blanc
<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	pi roig, pinassa
<i>Pistacia lentiscus</i>	llentiscle
<i>Prunus</i> sp.	prunus
<i>Quercus</i> sp.	quercus
<i>Quercus</i> sp. caducifoli	roure
<i>Quercus</i> sp. perennifoli	alzina (carrasca), coscoll
<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	ramnàcia/aladern
Rosaceae/Maloideae	rosàcia/maloide
<i>Rosmarinus officinalis</i>	romaní
<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	salze, saule/pollancre
<i>Tamarix</i> sp.	tamariu
<i>Taxus baccata</i>	teix (comú)
<i>Ulmus</i> sp.	om
<i>Vitis vinifera</i>	vinya

Figura 4.1. Nom llatí i comú de la totalitat de tàxons enregistrats als jaciments de Minferri, la Fortalesa dels Vilars i el poblat dels Estinclells.

Per aquesta raó, en aquest capítol es valora i compara els resultats obtinguts mitjançant els dos mètodes. Es vol verificar si estudiar un nombre fix de fragments per mostra pot arribar a representar uns resultats taxonòmics representatius, o si pel contrari la pèrdua d'informació respecte l'anterior mètode és massa gran. Si bé cal verificar si per cadascun dels jaciments

estudiats el comportament de les mostres és similar o no i, per tant, és suficient l'estudi d'un nombre fix de fragments a cada jaciment.

L'anàlisi d'un nombre fix de fragments per unitat d'anàlisi ha permès l'estudi de totes les mostres dels tres jaciments disponibles fins l'any 2012 (*vid.* apartat 4.2), possibilitant el testimoni d'una gran quantitat de mostres i estructures, fet que hagués estat impossible d'obtenir en els terminis fixats en l'elaboració del present treball en el cas que s'hagués optat per estudiar la totalitat de les restes.

Abans de procedir a la presentació dels resultats per separat de cada mètode i jaciment (apartat 4.1 i apartat 4.2 respectivament) i la seva comparació (apartat 4.3), a continuació es presenten els resultats dels tres jaciments en conjunt, tant els d'estudis anteriors com els del present treball.

En el cas de Minferri s'han analitzat la totalitat d'estructures amb mostres de carbons disponibles des de la campanya d'excavació de l'any 1993 fins la darrera de l'any 2006; de Vilars des de l'any 1987 fins el 2012; i dels Estinclells des de la del 2002 fins el 2009.

En els tres jaciments la majoria dels carbons són de procedència dispersa, a excepció dels concentrats originaris d'estructures de combustió. La gairebé totalitat de les mostres de carbons analitzades aquí han sofert un intens procés de fragmentació, fet que ha provocat que la conservació de part de la forma original dels carbons sigui poc habitual. Aquesta només ha estat possible en determinats carbons dels Estinclells, i en la seva majoria s'ha conservat les seves característiques anatòmiques quasi intactes, i inclús, la seva forma i posició original en el moment de la seva carbonització.

En total a Minferri s'han analitzat 6.874 fragments (figura 4.2), dels quals, 4.683 (el 68,12%) s'han identificat taxonòmicament i 2.191 (el 31,87 %) no [1807 (26,28%) indeterminables i 384 (5,58%) indeterminats]. Tot i que la identificació taxonòmica dels carbons es baixa en la unitat d'anàlisi emprada al jaciment -unitat estratigràfica-, la presentació i interpretació de les dades s'elabora a partir dels FETs -estructura- (*vid.* capítol 5).

En el cas dels Vilars s'han analitzat 5.645 fragments (figura 4.3), dels quals 3.666 (64,94%) s'han identificat taxonòmicament i 1.979 (35,05%) no [1839 indeterminables (32,57%) i 140 indeterminats (2,48%)].

Finalment, dels Estinclells s'han analitzat 1.751 fragments (figura 4.4): dels quals 1.664 (95,03%) s'han identificat taxonòmicament i 87 (4,96%) no [69 (3,94%) indeterminables i 18 (1,02%) indeterminats].

Als Vilars i als Estinclells la unitat d'anàlisi que s'ha emprat tant en el mostreig com en la interpretació de les dades és la unitat estratigràfica, considerant el FET tan sols en els casos corresponents. També és bàsic considerar la importància del sector, zona i fase cronològica als Vilars, i la casa i recinte als Estinclells.

Nombre de mostres	MINFERRI. Resultats de les anàlisis antracològiques					
	ESTUDIS ANTERIORS		PRESENT ESTUDI		Total restes	
	147 UEs (85 FETs)		200 UEs (116 FETs)		347 UEs (201 FETs)	
Tàxons	N. abs.	%	N. abs.	%	N. abs.	%
<i>Acer</i> sp.	1	0,01	8	0,12	9	0,13
<i>Alnus</i> sp.	1	0,01			1	0,01
<i>Arbutus unedo</i>	328	4,77	216	3,14	544	7,91
cf. <i>Berberis</i> sp.	1	0,01			1	0,01
<i>Buxus sempervirens</i>			5	0,07	5	0,07
Cistaceae	14	0,20	145	2,11	159	2,31
Coniferae			29	0,42	29	0,42
<i>Erica</i> sp.	1	0,01	1	0,01	2	0,03
<i>Fraxinus</i> sp.	15	0,22	2	0,03	17	0,25
Labiatae (Lamiaceae)	18	0,26	14	0,20	32	0,47
Monocotyledoneae	3	0,04			3	0,04
Papilionaceae (Fabaceae)	34	0,49	135	1,96	169	2,46
cf. <i>Olea europaea</i>	2	0,03			2	0,03
<i>Pinus</i> sp.	49	0,71	6	0,09	55	0,80
<i>Pinus halepensis</i>	497	7,23	659	9,59	1.156	16,82
<i>Pinus</i> tipus <i>sylvestris/nigra</i>	13	0,19			13	0,19
<i>Pistacia lentiscus</i>	317	4,61	573	8,34	890	12,95
<i>Prunus</i> sp.	73	1,06	12	0,17	85	1,24
<i>Quercus</i> sp.	18	0,26	11	0,16	29	0,42
<i>Quercus</i> sp. caducifoli	108	1,57	94	1,37	202	2,94
<i>Quercus</i> sp. perennifoli	273	3,97	681	9,91	954	13,88
<i>Rhamnus/Phillyrea</i>	90	1,31	47	0,68	137	1,99
Rosaceae/Maloideae	13	0,19	3	0,04	16	0,23
<i>Rosmarinus officinalis</i>	22	0,32	130	1,89	152	2,21
<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.			5	0,07	5	0,07
<i>Tamarix</i> sp.	5	0,07			5	0,07
<i>Taxus baccata</i>			1	0,01	1	0,01
<i>Ulmus</i> sp.	6	0,09	4	0,06	10	0,15
Indeterminable	1.082	15,74	725	10,55	1.807	26,29
Indeterminada	192	2,79	192	2,79	384	5,59
<b>Total restes identificades</b>	<b>1.902</b>	<b>27,67</b>	<b>2.781</b>	<b>40,46</b>	<b>4.683</b>	<b>68,13</b>
<b>Total restes analitzades</b>	<b>3.176</b>	<b>46,20</b>	<b>3.698</b>	<b>53,80</b>	<b>6.874</b>	<b>100,00</b>

Figura 4.2. Resultats de les anàlisis antracològiques de Minferri.

L'elevat nombre de restes indeterminades i indeterminables ofereix una informació taxonòmica nul·la, i fins i tot distorsionadora dels resultats. Aquests són motius suficients per descartar aquestes restes en la interpretació dels resultats pròpiament taxonòmics. Tanmateix, la seva

elevada presència implica altres problemàtiques, raó per la que s'inclouen en la presentació general de les dades de cada jaciment (figura 4.5).

VILARS. Resultats de les anàlisis antracològiques						
Nombre de mostres	ESTUDIS ANTERIORS		PRESENT ESTUDI		Total restes	
	35 UEs		294 UEs		329 UEs	
Tàxons	N. abs.	%	N. abs.	%	N. abs.	%
<i>Acer</i> sp.	1	0,02	18	0,32	19	0,34
<i>Arbutus unedo</i>	13	0,23	30	0,53	43	0,76
Cistaceae	9	0,16	248	4,39	257	4,55
Coniferae			39	0,69	39	0,69
<i>Corylus</i> sp.			1	0,02	1	0,02
<i>Erica</i> sp.	8	0,14			8	0,14
<i>Ficus carica</i>			11	0,19	11	0,19
<i>Fraxinus</i> sp.			7	0,12	7	0,12
<i>Juniperus</i> sp.			6	0,11	6	0,11
Labiatae (Lamiaceae)			17	0,30	17	0,30
Papilionaceae (Fabaceae)	5	0,09	62	1,10	67	1,19
<i>Pinus halepensis</i>	30	0,53	17	0,30	47	0,83
<i>Pinus</i> sp.			12	0,21	12	0,21
<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	17	0,30	267	4,73	284	5,03
<i>Pistacia lentiscus</i>	68	1,20	432	7,65	500	8,86
<i>Prunus</i> sp.			18	0,32	18	0,32
<i>Quercus</i> sp.			58	1,03	58	1,03
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifoli</i>	159	2,82	460	8,15	619	10,97
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifoli</i>	237	4,20	1.169	20,71	1.406	24,91
<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	3	0,05	12	0,21	15	0,27
Rosaceae/Maloideae	12	0,21	3	0,05	15	0,27
<i>Rosmarinus officinalis</i>	27	0,48	143	2,53	170	3,01
<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.			12	0,21	12	0,21
<i>Tamarix</i> sp.	6	0,11			6	0,11
<i>Taxus baccata</i>			12	0,21	12	0,21
<i>Ulmus</i> sp.			15	0,27	15	0,27
<i>Vitis vinifera</i>			2	0,04	2	0,04
Indeterminable	16	0,28	1.823	32,29	1.839	32,58
Indeterminada	12	0,21	128	2,27	140	2,48
Total restes identificades	595	10,54	3.071	54,40	3.666	64,94
Total restes analitzades	623	11,04	5.022	88,96	5.645	100,00

Figura 4.3. Resultats de les anàlisis antracològiques de la Fortalesa dels Vilars.

El percentatge d'aquests fragments respecte els determinables taxonòmicament a Minferri és més elevat en els estudis anteriors que en les restes analitzades en el present treball. Pel contrari als Vilars els indeterminats/bles són significativament majors al present estudi, i als Estinclells també però en menor mesura. I respecte el total de les restes analitzades de cada jaciment la

proporció entre fragments determinats i indeterminats/bles és similar en els dos primers jaciments, i gairebé inexistents als Estinclells. Aquesta desigualtat pot deure's a diverses raons, entre les quals destaca la presència d'alteracions en els carbons procedents de cada jaciment (*vid. metodologia a l'apartat 3.3.3 i aplicació de la mateixa a Minferri a l'apartat 5.4*). En tot cas el que és interessant valorar és la incidència que té el nombre d'indeterminats en els resultats taxonòmics.

ESTINCLELLS. Resultats de les anàlisis antracològiques						
Nombre de mostres	ESTUDIS ANTERIORS		PRESENT ESTUDI		Total restes	
	23 UEs		57 UEs		80 UEs	
Tàxons	N. abs.	%	N. abs.	%	N. abs.	%
<i>Acer sp.</i>	1	0,06	12	0,69	13	0,74
<i>Arbutus unedo</i>	1	0,06			1	0,06
Cistaceae			1	0,06	1	0,06
<i>Ficus carica</i>	2	0,11			2	0,11
<i>Juglans sp.</i>			1	0,06	1	0,06
Labiatae			2	0,11	2	0,11
Papilionaceae (Fabaceae)			28	1,60	28	1,60
<i>Pinus halepensis</i>			13	0,74	13	0,74
<i>Pinus sp.</i>			1	0,06	1	0,06
<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	1	0,06	13	0,74	14	0,80
<i>Pistacia lentiscus</i>			4	0,23	4	0,23
<i>Prunus sp.</i>			3	0,17	3	0,17
<i>Quercus sp.</i>			36	2,06	36	2,06
<i>Quercus sp. caducifoli</i>	479	27,36	738	42,15	1.217	69,50
<i>Quercus sp. perennifoli</i>	54	3,08	128	7,31	182	10,39
<i>Rhamnus/Phillyrea</i>			3	0,17	3	0,17
Rosaceae/Maloideae	1	0,06	4	0,23	5	0,29
<i>Rosmarinus officinalis</i>			4	0,23	4	0,23
<i>Salix sp./Populus sp.</i>	14	0,80	16	0,91	30	1,71
<i>Tamarix sp.</i>	1	0,06	6	0,34	7	0,40
<i>Taxus baccata</i>			1	0,06	1	0,06
<i>Ulmus sp.</i>	42	2,40	54	3,08	96	5,48
Indeterminable	6	0,34	63	3,60	69	3,94
Indeterminada	1	0,06	17	0,97	18	1,03
Total restes identificades	596	34,04	1.068	60,99	1.664	95,03
Total restes analitzades	603	34,44	1.148	65,56	1.751	100,00

Figura 4.4. Resultats de les anàlisis antracològiques del poblat dels Estinclells.

Per treballar i comparar els resultats antracològics fruit dels dos mètodes esmentats, primer s'analitzen per separat segons el mètode de mesura de freqüència directa i indirecta i l'anàlisi de la variabilitat dels tàxons, i posteriorment es discuteixen aquests resultats entre ambdós mètodes de manera conjunta.

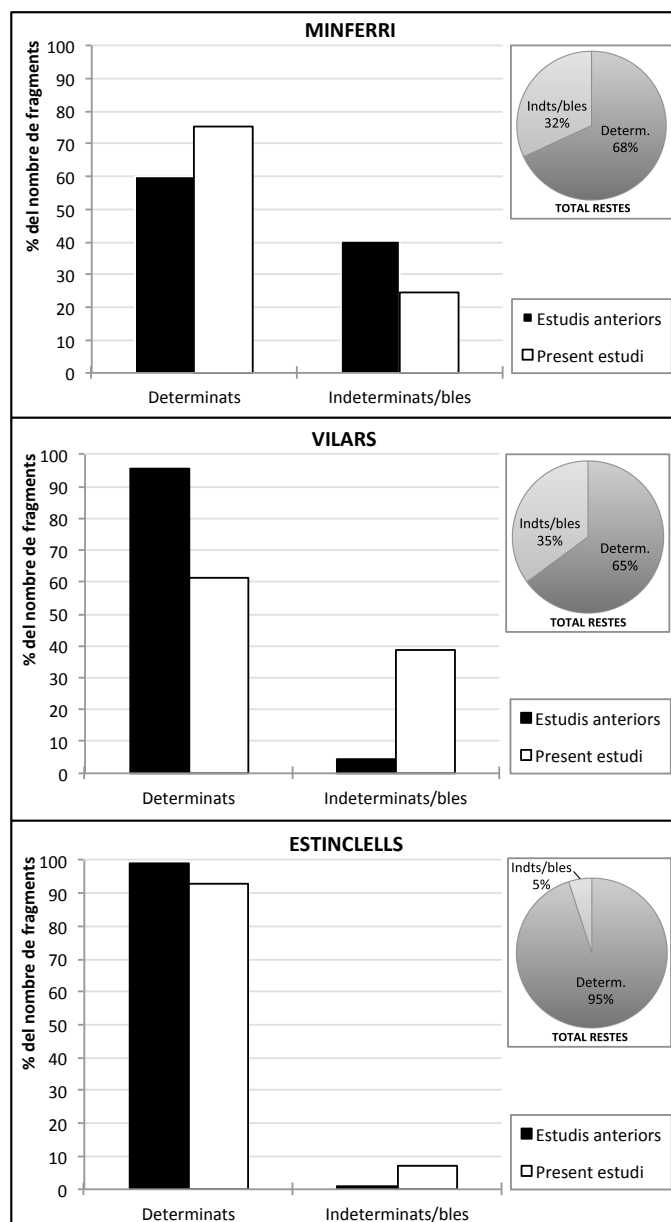


Figura 4.5. Freqüències relatives dels fragments analitzats dels tres jaciments (en estudis anteriors i en el present treball) en relació a les restes indeterminades i indeterminables.

#### 4.1. Mètode i resultats dels estudis anteriors

El mètode aplicat als estudis anteriors al present treball es basa en l'anàlisi de la totalitat dels fragments de carbó per mostra, descartant els fragments de mida més reduïda -com s'esmenta en repetides ocasions-, oferint així una informació el màxim detallada possible de cada unitat d'anàlisi mostrejada amb restes de fragments de carbó.

Les anteriors anàlisis antracològiques de Minferri van ser realitzades per Raquel Piqué i Carme Mensua (Piqué i Mensua inèdit) i pertanyen a les campanyes d'excavació 1993, 1994, 1995,



2001, 2003 i 2004. Segons les mateixes autores aquest estudi respon a un doble objectiu: “Determinar els recursos llenyosos utilitzats al llarg de la seqüència d’ocupació, establir com es va gestionar la seva obtenció, processat i consum, i aportar dades sobre el paisatge vegetal en el moment de l’ocupació de l’assentament”.

L’estudi antracològic dels Vilars realitzat l’any 1995 va ser elaborat per Maria Teresa Ros (Ros 1995c). Segons aquesta autora “l’anàlisi d’un elevat nombre de carbons permet posar de manifest, no sols les espècies utilitzades de manera referent, sinó també altres que serien objecte d’una recollida més puntual i que tenen per nosaltres l’interès d’enriquir la coneixença sobre la composició vegetal del lloc”.

Els estudis dels Estinçells els han realitzat dos grups d’especialistes, el primer format Ethel Allué i Ixaso Euba (Allué i Euba 2005) i el segon per Maria Martín Seijo i Raquel Piqué (Martín Seijo i Piqué 2009). En l’informe elaborat per les primeres (Allué i Euba 2005: 2) s’afirma que “les anàlisis antracològiques tenen dos objectius principals, d’una banda el coneixement de la vegetació del passat des d’un punt de vista paleoecològic i d’un altra banda el coneixement de l’explotació dels recursos forestals incidint en l’ús de la fusta com combustible i com matèria primera per la construcció o la fabricació d’eines. A llarg termini, ens permet caracteritzar les relacions dels humans amb el seu medi ambient, l’organització socioeconòmica, l’explotació del medi vegetal, etc.”.

#### **4.1.1. Ordenació dels tàxons segons unitat de mesura**

Considerant el desigual nombre de fragments estudiats per cada mostra i jaciment, es creu necessari avaluar si hi ha relació entre el nombre de restes analitzades i identificades taxonòmicament i el nombre de tàxons identificats per mostra. En aquest cas es distingeixen les dades per unitat estratigràfica (UE) que és la unitat d’estudi en base a la qual es realitza el mostreig i posterior anàlisi dels carbons. A la figura 4.1.1 s’expressen les tres variables per cada jaciment, les dades corresponen a 147 UEs (85 FETs) de Minferri, 35 UEs dels Vilars i 23 UEs dels Estinçells. En termes generals es pot observar com el nombre de tàxons no depèn del nombre de fragments estudiats, sinó que presenta una variabilitat per mostra que té a veure amb altres factors. Per tant, l’augment de fragments analitzats no obligatòriament va acompanyat d’un augment de tàxons, tot i que és cert que l’estudi d’un nombre major de carbons possibilita una diversitat taxonòmica major. A Vilars i Estinçells la relació entre els fragments analitzats i identificats és clara, en canvi en el cas de Minferri el nombre de no determinables és molt alt, no obstant això no sembla que incideixi en la diversitat taxonòmica i sembla una variable que apunta especialment en algunes UEs pel que convindria valorar específicament les seves causes i l’efecte que té en els resultats del jaciment.

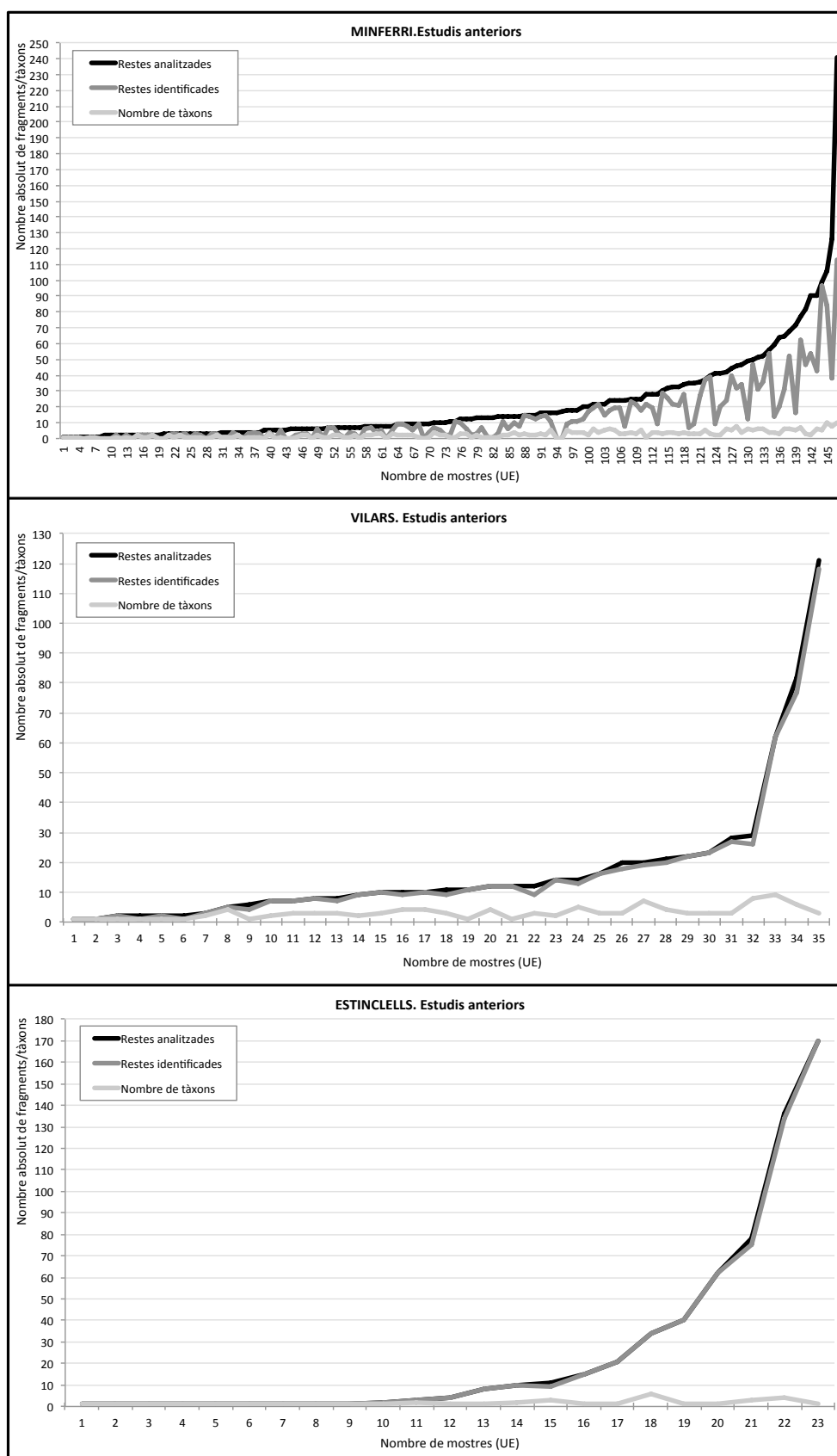


Figura 4.1.1. Estudis anteriors. Nombre absolut dels tàxons, restes analitzades i restes identificades en relació al nombre de mostres (UE) dels tres jaciments. Les mostres estan ordenades d'esquerra a dreta de menys a més restes analitzades (el número de l'eix d'abscisses correspon a la posició que ocupa, no al de la UE).

#### 4.1.1.1. Resultats segons el mètode de mesura de freqüència directa i indirecta

El mètode de mesura de freqüència directa i indirecta aplicat aquí en base a les restes antracològiques analitzades en estudis anteriors és el nombre absolut de fragments, la freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa (figura 4.1.2).

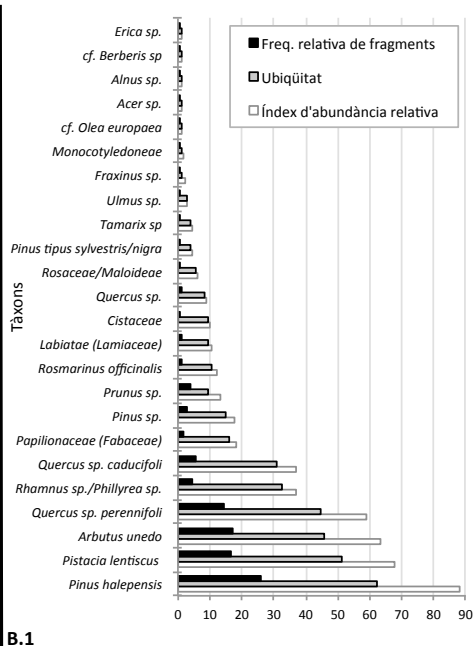
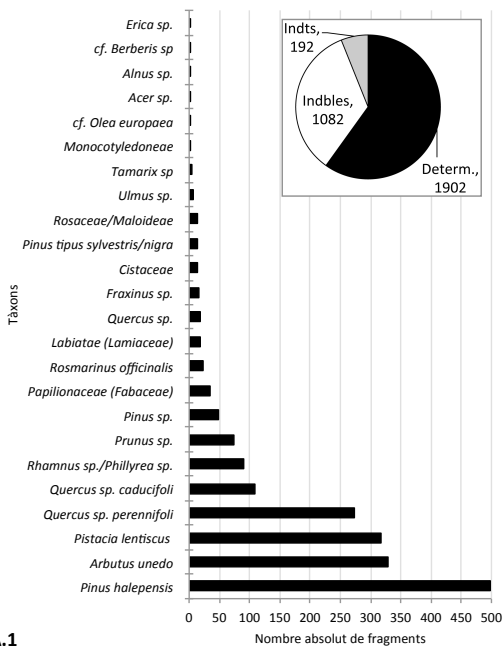
En el cas de Minferri s'han analitzat 147 unitats estratigràfiques procedents de 85 estructures (FET). En total es va estudiar un nombre de fragments de 3.176, dels quals, 1.902 (59,88%) van ser identificats i 1.274 (40,11%) no [1.083 (34,06%) indeterminables i 192 (6,04%) indeterminats] (figura 4.1.2.A.1). Els tàxons identificats per les corresponents autores són 22. Les espècies amb més intensitat d'ús -freqüència relativa del nombre de fragments- (figura 4.1.2.B.1) són en primer lloc *Pinus halepensis* sobrepassant el 25% del total de restes; seguida de dos arbustos, *Arbutus unedo* i *Pistacia lentiscus* -representant cadascú entre un 15% i un 20% del total de les restes identificades-; i *Quercus* sp. perennifoli amb un 14,35%. La resta d'espècies representen menys del 6% cadascuna.

Dels Vilars s'estudiaren 623 fragments procedents de 35 unitats estratigràfiques, dels quals 595 (95,50%) van ser identificats i 28 (4,49%) no [16 (2,56 %) indeterminables i 12 (1,92%) indeterminats] (figura 4.1.2.A.2). En aquest cas el nombre de fragments no determinats és significativament menor que a Minferri. Dels 14 tàxons identificats a la fortalesa, els més freqüents són *Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli, *Pistacia lentiscus* i *Pinus halepensis* -representant cadascú entre el 5 % al 40 % del total de les restes identificades-. La resta d'espècies no arriben al 5 % per separat (figura 4.1.2.B.2).

Dels Estinçells es van estudiar 603 fragments procedents de 23 unitats estratigràfiques, dels quals 596 (98,83%) identificats i 7 (1,16%) sense identificar [6 (0,99%) indeterminables i 1 (0,16%) indeterminats] (figura 4.1.2.A.3). A l'igual que als Vilars, el nombre de fragments no determinats és baix en comparació a Minferri. Entre els 10 tàxons identificats en aquest jaciment el més representat és *Quercus* sp. caducifoli amb més del 80 %, seguit de *Quercus* sp. perennifoli amb el 9,06 %, *Ulmus* sp. amb el 7,04 %. La resta representa menys del 1 % (figura 4.1.2.B.3).

La presència i absència -ubiqüitat- de tàxons a les UEs -FETs en el cas de Minferri- mostra certes diferències respecte el nombre de restes que indicaria la intensitat del seu ús en els tres jaciments (figura 4.1.2.A.3 i figura 4.1.2.B.3). A Minferri, *Pinus halepensis* continua sent l'espècie millor representada, però en aquest cas seguida de *Pistacia lentiscus*; i amb una gran similitud entre *Arbutus unedo* -que en aquest cas ocupa el tercer lloc- i *Quercus* sp. perennifoli. La diferència entre aquest darrer tàxon i els dos següents (*Rhamnus/Phillyrea* i *Quercus* sp. caducifoli) també és important. La resta de tàxons estan presents en menys del 20% de les mostres.

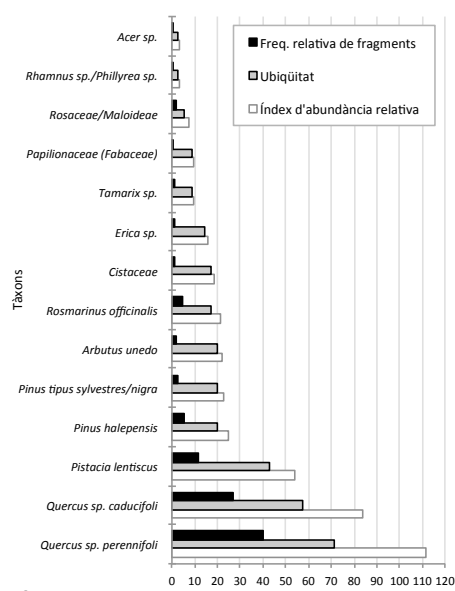
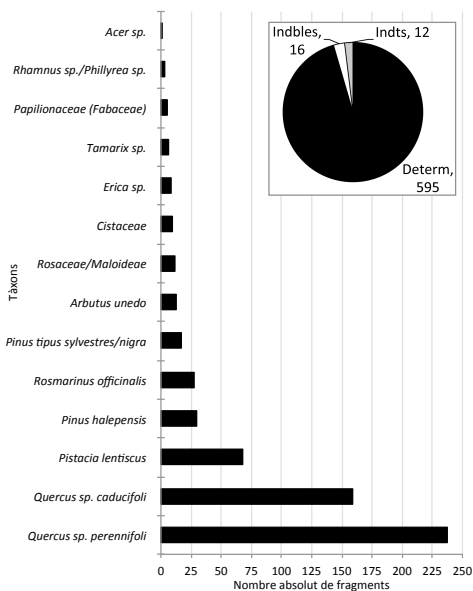
### MINFERRI



A.1

B.1

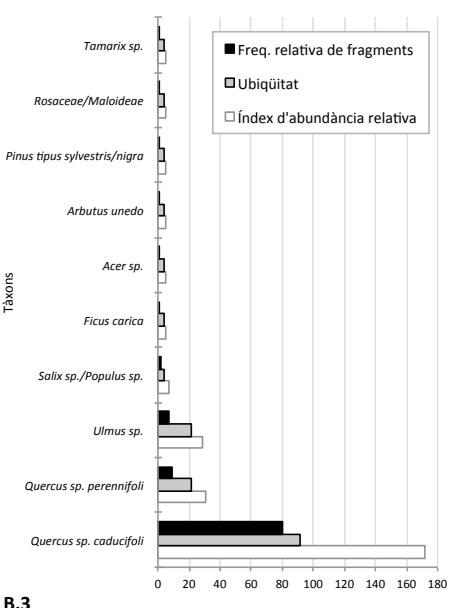
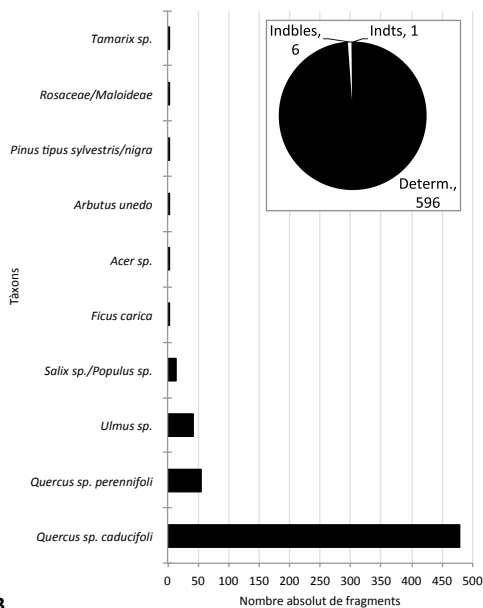
### VILARS



A.2

B.2

### ESTINCLELLS



A.3

B.3

Figura 4.1.2. Pàgina anterior. Estudis anteriors. **A:** Nombre absolut de fragments. **B:** Freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa.

En canvi als Vilars les diferències entre l'ordre que ocupen els tàxons més ubics i més usats -segons nombre de restes- respecte les mostres analitzades, són poc considerables. A Estinclells *Quercus* sp. caducifoli, *Quercus* sp. perennifoli i *Ulmus* sp. continuen sent els més presents. La diferència tot i trobar-se en les espècies següents en ordre d'importància, no és molt notòria considerant l'escàs nombre de tàxons identificats en aquest jaciment.

Cadascuna de les mesures de freqüència presentades fins al moment -intensitat de l'ús segons el nombre de restes i ubiqüitat- respon a una qüestió concreta i alhora molt diferent ja que la mida de les mostres i el seu procés de formació és diferent. Amb l'objectiu d'obtenir una mesura comparable dels resultats s'ha calculat l'índex d'abundància relativa (Hastorf *et al.* 2005) (*vid.* apartat 3.3.4.3.2). A l'igual que en les anteriors mesures en el cas de Minferri el tàxon més important, és a dir que presenta un índex més elevat, és *Pinus halepensis* (80); seguit d'un segon grup amb tres tàxons, dos arbustius, *Pistacia lentiscus* i *Arbutus unedo*, i un arbori i/o arbustiu *Quercus* sp. perennifoli, tots tres entre un valor 59 i 70. El tercer grup de tàxons observable es compon per un arbust i un arbre *Rhamnus/Phillyrea* i *Quercus* sp. caducifoli amb un valor molt igualat entre ambdós (entre 30 i 40). La resta de tàxons que representen menys d'un valor 20.

Seguint aquest darrer criteri, dels 22 tàxons identificats a Minferri, 10 són arboris<sup>1</sup>, 10 arbustius i 2 arboris i/o arbustius. D'entre els arboris els més representats, segons l'índex d'abundància relativa són<sup>2</sup>: *Pinus halepensis*, *Quercus* sp. caducifoli, Rosaceae/Maloideae, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, *Ulmus* sp., *Fraxinus* sp., cf. *Olea europaea*, *Acer* sp., *Alnus* sp., seguint aquest ordre. Entre els arbustius l'ordre és: *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Rhamnus/Phillyrea*, Papilionaceae (Fabaceae), *Rosmarinus officinalis*, Labiateae (Lamiaceae), Cistaceae, *Tamarix* sp., Monocotyledoneae, *Berberis* sp. i *Erica* sp. Finalment els arboris i/o arbustius són *Quercus* sp. perennifoli i *Prunus* sp.

Als Vilars segons aquest índex els tres primers tàxons continuen sent els mateixos que en les altres dues mesures (*Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli i *Pistacia lentiscus*), amb un valor superior a 40. L'ordre de la resta, amb valors inferiors a 40, sí que presenta variacions. Succeeix el mateix als Estinclells, on les tres primeres espècies no varien respecte les anteriors mesures per separat (*Quercus* sp. caducifoli, *Quercus* sp. perennifoli i *Ulmus* sp.), presentant valors superiors a 20, i la resta amb menys.

<sup>1</sup> Recordar la dubtosa identificació de *Olea europaea* i *Berberis* sp., inclosos aquí com a tàxons.

<sup>2</sup> Tant els gèneres *Pinus* sp. com *Quercus* sp. no es comptabilitzen com a tàxons en els casos en que s'identifiquin alguna de les seves espècies, del contrari, aquestes sí que es consideren com a tal.

Als Vilars, dels 14 tàxons determinats, 5 són arboris, 8 arbustius i 1 arbori i/o arbustiu. Els primers, de més a menys representats, segons l'índex d'abundància relativa són: *Quercus* sp. caducifoli, *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris/nigra*, Rosaceae/Maloideae i *Acer* sp. Els arbustius són per aquest ordre: *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Rosmarinus officinalis*, Cistaceae, *Erica* sp., *Tamarix* sp., Papilionaceae (Fabaceae), *Rhamnus/Phillyrea*. Finalment *Quercus* sp. perennifoli arbori i/o arbustiu.

Als Estinçlells, dels 10 tàxons analitzats, 7 són arboris, 2 arbustius i 1 arbori i/o arbustiu. Els primers de més a menys representats, segons l'índex d'abundància relativa són: *Quercus* sp. caducifoli, *Ulmus* sp., *Salix* sp./*Populus* sp., *Ficus carica*, *Acer* sp., *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, Rosaceae/Maloideae. Els arbustius també en el mateix ordre són: *Arbutus unedo* i *Tamarix* sp, i finalment l'únic arbori i/o arbustiu *Quercus* sp. perennifoli.

En resum, totes les mesures emprades coincideixen en l'ordre d'importància dels tàxons majoritaris, el que reforça la possibilitat d'interpretació dels resultats en termes del seu valor econòmic entre les comunitats que van viure en els assentaments estudiats. Les quercines a Vilars i Estinçlells, i *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus* i *Arbutus unedo* a Minferri, serien per tant les espècies més emprades.

#### 4.1.1.2. Anàlisi de la variabilitat dels tàxons

Per analitzar la variabilitat dels tàxons és necessari prèviament la determinació de l'existència o no de correlació entre el nombre de tàxons i el de fragments identificats, en el cas de Minferri per estructura, i de Vilars i els Estinçlells per unitat estratigràfica. Aquí es descarten els fragments de carbó indeterminats/bles amb l'objectiu d'evitar una distorsió de les dades.

En l'anàlisi d'aquesta relació s'ha aplicat el test de Shapiro-Wilk per determinar si el nombre absolut de fragments identificats per unitat d'estudi i el de tàxons tenen una distribució normal (figura 4.1.3). Aquest test aplicat al nombre absolut de fragments té un índex de significació probabilística de 1,03E-12, 1,61E-08, 1,77E-06 (de Minferri, Vilars i Estinçlells respectivament) (columna de l'esquerra de la figura 4.1.3). I el mateix aplicat al nombre absolut de tàxons per unitat té un índex de significació probabilística de 9,38E-07, 0,0001672, 3,80E-07 (de Minferri, Vilars i Estinçlells respectivament) (columna de la dreta de la figura 4.1.3). Aquests resultats indiquen la no normalitat de la prova en els 6 casos, ja que l'índex és menor de 0,050 (5%). Per tant es confirma la no normalitat de cadascuna de les dues variables per separat (figura 4.1.3), i la relació no lineal d'ambdues a través del diagrama de correlació o dispersió (figura 4.1.4). Aquesta darrera denota que el nombre de fragments identificats taxonòmicament no influeix sobre el de tàxons estudiats per unitat d'anàlisi.

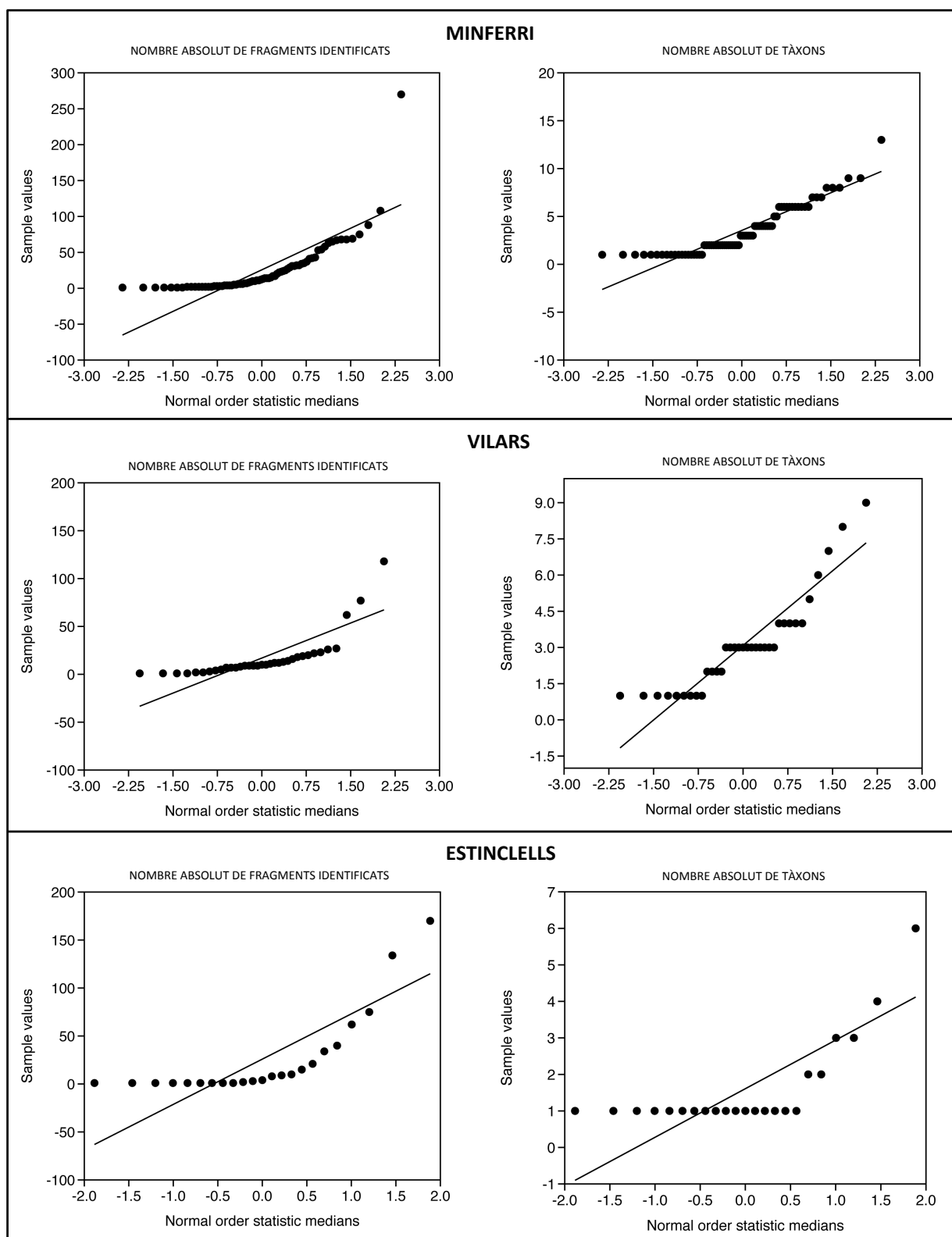


Figura 4.1.3. Estudis anteriors. Gràfics Q-Q (o “gràfics de probabilitat normal”). Columna **esquerra**: test de normalitat del nombre absolut de fragments identificats per unitat. I columna **dreta**: test de normalitat del nombre absolut de tàxons per unitat.

En el diagrama de dispersió (figura 4.1.4) de Minferri destaquen 3 estructures amb una quantitat de tàxons superior a 8 (les sitges SJ-33, SJ-10 i SJ-53) mentre que la resta té  $\leq 8$  tàxons. Pel que fa als fragments identificats també destaquen 3 FETs amb una quantitat superior a 88 fragments (les sitges SJ-33, SJ-219 i SJ-69) mentre que la resta presenta  $< 88$  fragments. L'única estructura que coincideix en ambdós casos és la SJ-33 que conté els 6 tàxons més representats segons la freqüència relativa dels fragments: *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Quercus* sp. perennifoli, *Rhamnus/Phillyrea* i *Quercus* sp. caducifoli.

Als Vilars la unitat estratigràfica amb més tàxons no equival a la que conté més fragments identificats. La unitat amb més tàxons, UE 4245, ocupa la tercera posició respecte el nombre de restes identificades. En canvi, la que té més restes, UE 7001, conté un nombre de tàxons baix (amb tan sols 3 tàxons), succeint el mateix amb la resta de UEs.

Respecte els tàxons més representats al mateix jaciment segons la freqüència relativa dels fragments (*Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, *Arbutus unedo*), tan sols 5 es troben en la UE amb més tàxons (UE 4245) i 3 en la que s'identifiquen més fragments (UE 7001). En aquest jaciment per tant les mostres amb més restes identificades no reflecteixen la major probabilitat taxonòmica.

Als Estinçlells succeeix el mateix, ja que la SJ-55 que és la que té un nombre més elevat de tàxons (6 tàxons) no coincideix amb la que conté més fragments identificats (34 fragments), sinó que ocupa la sisena posició. El mateix ocorre amb la sitja amb més fragments identificats (170 carbons) amb un sol tàxon. En la primera unitat dels 6 tàxons més representats al jaciment (*Quercus* sp. caducifoli, *Quercus* sp. perennifoli, *Ulmus* sp., *Salix* sp./*Populus* sp., *Ficus carica* i *Acer* sp.) s'identifiquen 4, i de la segona UE l'únic tàxon registrat equival al més representat *Quercus* sp. caducifoli.

Per tant, tot i que existeix una major possibilitat que en les estructures o unitats estratigràfiques amb més fragments analitzats s'identifiquin un nombre més elevat de tàxons, en molts casos aquesta teoria no es compleix.

A través de l'estadística descriptiva de les dades del nombre absolut (figura 4.1.5) es poden diferenciar diverses tendències en relació a la quantitat de fragments per tàxon i unitat d'anàlisi (segons Piqué 1999a: 162). A continuació es presenta la descripció estadística de les dades exposades en el present apartat dels tres jaciments.



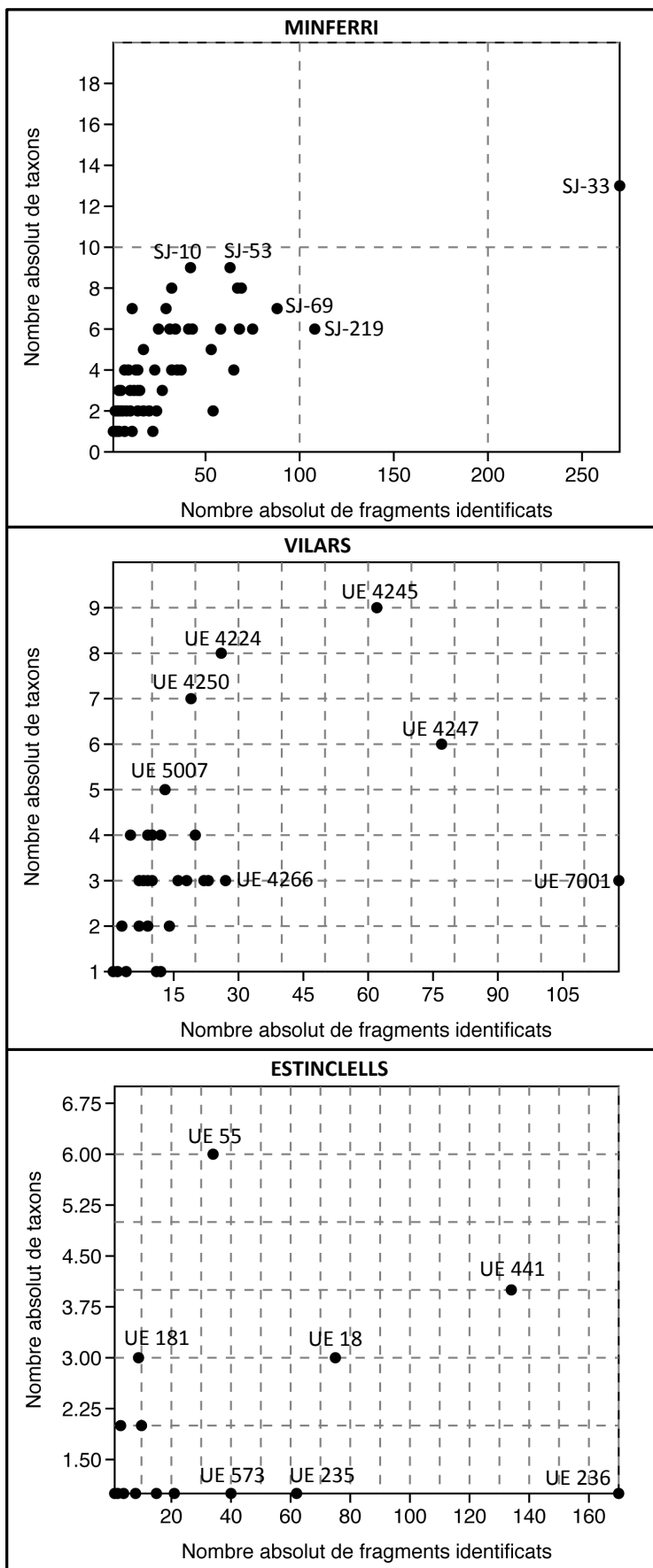


Figura 4.1.4. Estudis anteriors. Diagrames de correlació o dispersió entre el nombre absolut de tàxons i nombre absolut de fragments identificats a cada unitat d'anàlisi dels tres jaciments.

Segons el nombre absolut de restes per unitat d'anàlisi, existeixen diversos nivells de concentracions<sup>3</sup> de fragments per tàxon a considerar.

- En algunes estructures de Minferri s'identifiquen tàxons amb **concentracions molt elevades** de fragments. És el cas de *Arbutus unedo* (82 fragments i la mitja per FET és 4,4 fragments), *Pinus halepensis* (78 fragments i la mitja per FET és 6,7 fragments), *Prunus* sp. (58 fragments i la mitja per FET és tan sols 0,9 fragments), *Pistacia lentiscus* (50 fragments i la mitja per FET és 4,2 fragments) i *Quercus* sp. perennifoli (40 fragments i la mitja per FET 3,6 fragments) i *Quercus* sp. caducifoli (27 fragments per FET és 1,4 fragments). En aquest cas *Prunus* sp., tot i tenir un valor extrem elevat, la mitja és molt baixa, indicant l'existència d'una gran concentració en una estructura concreta (la llar LL-36).

Als Vilars el tàxon amb concentracions més elevades és amb diferència *Quercus* sp. perennifoli (103 fragments i la mitja per UE 6,77 fragments), seguit de *Quercus* sp. caducifoli (43 fragments i la mitja per UE 4,54 carbons).

Finalment, als Estinçells a diferència dels altres jaciment, és *Quercus* sp. caducifoli el que presenta la major concentració (170 fragments i la mitja 22,82 carbons per mostra), seguit de *Quercus* sp. perennifoli (50 fragments i amb una mitja de 2,34 carbons).

- A Minferri els tàxons amb **concentracions mitjanes** en determinades estructures són *Fraxinus* sp. (15 fragments i la mitja per FET és 0,2 fragments), *Rhamnus/Phillyrea* (13 fragments i la mitja per FET és 0,3 fragments), Papilionaceae –Fabaceae- (11 fragments i la mitja per FET és 0,4 fragments), i *Pinus* sp. (11 fragments i la mitja per FET és 0,6 fragments).

Als Vilars, *Rosmarinus officinalis* (19 fragments i la mitja per UE 0,77 carbons), *Pinus halepensis* (17 fragments i la mitja 0,85 carbons), *Pistacia lentiscus* (15 fragments i la mitja 1,94 carbons) i Rosaceae/Maloideae (11 fragments i la mitja 0,34 carbons). Destacant *Pistacia lentiscus* amb una mitja proporcionalment elevada en relació a la dels seus dos tàxons precedents -*Rosmarinus officinalis* i *Pinus halepensis*-.

Finalment, als Estinçells, *Ulmus* sp. (23 fragments i amb una mitja de 1,82 fragments) i *Salix* sp./*Populus* sp. (14 fragments com a valor màxim i una mitja de 0,60 fragments).

<sup>3</sup> Com s'esmenta en l'apartat 3.4.2 el criteri emprat per classificar els tipus de concentracions es formula envers l'agrupació de tàxons amb unitats de desviació típica el més similars possibles, en funció de les dades obtingudes en cada jaciment i mètode, degut a la heterogeneïtat del nombre de fragments analitzats per mostra.

- A Minferri els tàxons amb **concentracions baixes i molt baixes** en alguns FETs són *Quercus* sp., *Pinus* tipus *sylvestris nigra*, *Ulmus* sp., Labiatae –Lamiaceae-, *Rosmarinus officinalis*, Rosaceae/Maloideae, Cistaceae, Monocotyledoneae, cf. *Olea europaea*, *Tamarix* sp., *Acer* sp., *Alnus* sp., cf. *Berberis* sp., *Erica* sp.; tots aquests tàxons presenten entre 9 i 1 fragments, i les mitges es situen en menys de 0,3 fragments per FET. Aquests tàxons corresponen als que tenen una intensitat d'ús més baixa, i als de menor presència en els FETS.

Als Vilars, els valors màxims entre 4 a 1 fragments per UE, i amb menys de 4 com a unitat de desviació típica són *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, *Rhamnus/Phillyrea*, Papilionaceae (Fabaceae), *Tamarix* sp., *Erica* sp., *Arbutus unedo*, Cistaceae i *Acer* sp. Tot i que el nombre màxim de fragments i la unitat de desviació típica de *Pinus* tipus *sylvestris/nigra* és baixa, la seva mitja és superior a la de Rosaceae/Maloideae (classificada aquest com a tàxon amb concentració mitjana). Al contrari que *Rhamnus/Phillyrea*, que segons la seva baixa mitja hauria de posicionar-se com a penúltim tàxon més significatiu.

Els tàxons amb concentracions baixes per UE als Estinclells són *Ficus carica*, *Acer* sp., *Arbutus unedo*, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, Rosaceae/Maloideae i *Tamarix* sp. Coincidint tots ells amb totes les seves dades significativament baixes, a excepció de *Ficus carica* amb la seva unitat de desviació típica superior a 1 i la seva mitja el doble que la resta d'aquestes espècies.

A mode de resum podem concloure que els tàxons presenten una distribució variable en les UEs o FETs on s'han recuperat, apreciand-se major concentració de restes d'alguns tàxons en relació a la resta d'unitats mostrals.

Per analitzar la variabilitat taxonòmica entre els FETs/UEs s'ha calculat el nombre d'unitats de desviació típica existents en l'interval format per la mitja i el valor extrem de cada tàxon en les diferents UEs/FETs. Per fer-ho es tenen en compte els 6 tàxons més representats segons aquesta dada, ja que es consideren els més significatius estadísticament. Quant major sigui l'índex, major serà aquest interval i major la diversitat entre FETs i UEs (*vid.* apartat 3.4.2) (figura 4.1.6).

A Minferri aquests 6 tàxons presenten un nombre d'unitats de desviació típica elevada, el que indica una distribució heterogènia dels mateixos entre les estructures. El tàxon més destacable és *Prunus* sp., que a través d'una detallada observació del seu nombre d'unitats de desviació típica, s'adverteix que tot i que el seu valor màxim és alt, la seva mitja és baixa i el seu coeficient de variació alt. *Pinus halepensis* i *Arbutus unedo* presenten un major nombre d'unitat de desviació típica, junt a *Pistacia lentiscus*, *Quercus* sp. perennifoli i *Quercus* sp. caducifoli, tots 5 amb un valor màxim, mitja i desviació típica alta, el que denota variabilitat en la seva distribució.

MINFERRI	Arbutus u.	Pinus h.	Prunus	Pistacia l.	Quercus p.	Quercus c.	Fraxinus	Rham/Phi	Papil.	Pinus	Quercus	Pinus s/n	Ulmus	Labiatae	Rosmarinus o.	Ros/Mal	Cistaceae	Monocot.	cf. Olea e.	Tamarix	Acer	Alnus	cf. Berberis	Erica
	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Min	82	78	58	50	40	27	15	13	11	11	9	6	5	5	4	4	4	3	2	2	1	1	1	1
Max	4,43	6,72	0,99	4,28	3,69	1,46	0,20	1,22	0,46	0,66	0,24	0,18	0,08	0,24	0,30	0,18	0,19	0,04	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
Mean	1,25	1,47	0,79	1,09	0,91	0,47	0,20	0,31	0,18	0,26	0,13	0,11	0,07	0,10	0,12	0,09	0,08	0,04	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Std. error	116,19	160,37	45,82	87,66	60,79	16,42	3,04	6,99	2,42	4,94	1,31	0,86	0,35	0,76	1,01	0,59	0,46	0,12	0,05	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01
Variance	10,78	12,66	6,77	9,36	7,80	4,05	1,74	2,64	1,55	2,22	1,14	0,93	0,59	0,87	1,00	0,76	0,68	0,35	0,23	0,34	0,12	0,12	0,12	0,12
Stand. dev	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 percentil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75 percentil	4	8	0	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skewness	5,45	3,39	8,41	3,50	3,13	4,49	8,60	2,98	5,08	3,90	6,60	5,58	8,16	4,07	3,63	4,41	4,13	8,60	8,60	5,24	8,60	8,60	8,60	8,60
Kurtosis	37,14	14,34	71,72	13,22	10,79	23,40	74,00	9,31	30,24	14,76	48,51	31,20	68,24	17,08	12,48	18,70	17,98	74,00	74,00	27,13	74,00	74,00	74,00	74,00
Geom. mean	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coeff. var	243,19	188,55	686,19	218,56	211,35	277,62	860,23	217,44	338,31	335,63	470,52	527,61	729,13	358,86	337,42	435,44	357,27	860,23	860,23	509,82	860,23	860,23	860,23	860,23
Unit. desv. tip.	81,59	77,47	57,85	49,54	39,53	26,64	14,88	12,54	10,70	10,70	8,79	5,81	4,86	4,72	4,70	3,77	3,72	2,88	1,88	1,80	0,88	0,88	0,88	0,88
VILARS	Quercus p.	Quercus c.	Rosmarinus o.	Pinus hal.	Pistacia l.	Ros/Mal	Pinus s/n	Rham/Phil	Papil.	Pinus	Tamarix sp.	Erica sp.	Arbutus u.	Cistaceae	Acer									
N	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35									
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
Max	103	43	19	17	15	11	4	3	3	3	3	3	3	2	1									
Mean	6,77	4,54	0,77	0,86	1,94	0,34	0,49	0,09	0,14	0,17	0,23	0,37	0,26	0,03										
Std. error	2,93	1,43	0,55	0,50	0,54	0,31	0,20	0,09	0,09	0,10	0,11	0,14	0,10	0,03										
Variance	300,65	71,08	10,48	8,77	10,23	3,47	1,37	0,26	0,30	0,38	0,42	0,71	0,37	0,03										
Stand. dev	17,34	8,43	3,24	2,96	3,20	1,86	1,17	0,51	0,55	0,62	0,65	0,84	0,61	0,17										
Median	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
25 percentil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
75 percentil	6	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Skewness	5,32	3,23	5,57	5,08	2,38	5,84	2,53	5,92	4,59	3,86	3,23	2,30	2,27	5,92										
Kurtosis	30,02	12,60	32,04	27,74	7,23	34,37	5,34	35,00	22,69	14,97	10,85	4,39	3,96	35,00										
Geom. mean	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Coeff. var	256,07	185,58	419,56	345,56	164,64	543,10	241,40	591,61	385,01	360,31	282,45	227,01	237,54	591,61										
Unit. desv. tip.	102,61	42,46	18,76	16,71	14,39	10,82	3,59	2,83	2,74	2,72	2,65	2,56	1,58	0,83										
ESTINCLELLS	Quercus c.	Quercus p.	Ulmus	Salix/Populus	Ficus c.	Acer	Arbutus u.	Pinus s/n	Ros/Mal	Tamarix														
N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23														
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Max	170	50	23	14	2	1	1	1	1	1														
Mean	20,83	2,35	1,83	0,61	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04														
Std. error	7,98	2,17	1,08	0,61	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04														
Variance	1464,15	108,06	26,70	8,52	0,17	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04														
Stand. dev	38,26	10,39	5,17	2,92	0,42	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21														
Median	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
25 percentil	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
75 percentil	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Skewness	3,03	4,79	3,57	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80														
Kurtosis	10,61	22,93	13,69	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00														
Geom. mean	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Coeff. var	183,73	442,75	282,94	479,58	479,58	479,58	479,58	479,58	479,58	479,58														
Unit. desv. tip.	169,46	49,77	22,65	13,79	1,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79														

Figura 4. 1. 5. Estudis anteriors. Estadística descriptiva de les dades (segons Barceló 2007: 39-44) pel nombre de fragments per tàxon del conjunt de totes les unitats d'anàlisis, en freqüències absolutes. D'esquerra a dreta: de més menys unitat de desviació típica.

Als Vilars *Quercus* sp. perennifoli destaca amb una unitat de desviació típica molt elevada, seguit de *Quercus* sp. caducifoli amb la meitat, i la resta molt baixa. Aquesta constatació indica una elevada distribució heterogènia d'aquestes dues espècies davant la resta. Rosaceae/Maloideae tot i estar inclosa entre aquestes sis espècies, presenta valors inferiors a *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, i segons la mitja *Pistacia lentiscus* s'hauria de posicionar en tercer lloc.

S'observa una situació similar als Estinçells ja que *Quercus* sp. caducifoli destaca encara més per sobre del següent tàxon (*Quercus* sp. perennifoli), seguit d'*Ulmus* sp. amb una dada important, mentre que la resta presenta valors baixos.

UNITAT DE DESVIACIÓ TÍPICA		
Minferri	Vilars	Estinçells
<i>Arbutus unedo</i> : 81,59	<i>Quercus</i> sp. perennifoli: 102,60	<i>Quercus</i> sp. caducifoli: 169,45
<i>Pinus halepensis</i> : 77,47	<i>Quercus</i> sp. caducifoli: 42,46	<i>Quercus</i> sp. perennifoli: 49,77
<i>Prunus</i> sp.: 57,85	<i>Rosmarinus officinalis</i> : 18,76	<i>Ulmus</i> sp.: 22,64
<i>Pistacia lentiscus</i> : 49,54	<i>Pinus halepensis</i> : 16,71	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.: 13,79
<i>Quercus</i> sp. perennifoli: 39,53	<i>Pistacia lentiscus</i> : 14,39	<i>Ficus carica</i> : 1,79
<i>Quercus</i> sp. caducifoli: 26,64	Rosaceae/Maloideae: 10,81	<i>Acer</i> sp.: 1,79

Figura 4.1.6. Estudis anteriors. Unitat de desviació típica dels 6 tàxons més representats als tres jaciments, en relació al nombre absolut dels seus fragments de carbó.

Aquesta diferència del nombre d'unitats de desviació típica entre els 6 tàxons -sobretot als Vilars i els Estinçells- pot indicar que determinats tàxons són variables taxonòmicament en funció de la UE/FET analitzada, però altres es mantenen, sigui pel baix nombre de fragments analitzats, estructures en les que apareixen, etc. Tanmateix, un elevat nombre de fragments per tàxon en determinades unitats poden distorsionar els resultats i augmentar la seva significació. Per aquesta raó cal indagar en els valors extrems de cada tàxon a través del coeficient de variació (CV).

A Minferri destaca la homogeneïtat del CV entre els tàxons més abundants i la major variabilitat en els tàxons menys abundants. Tot i la presència d'estructures amb valors extrems dels tàxons més abundants -*Arbutus unedo*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus* sp. perennifoli i *Quercus* sp. caducifoli-, entre la resta d'estructures/unitats estratigràfiques la distribució d'aquests tàxons és similar. Un CV baix -homogeneïtat de les mostres-, indica que tot i la presència d'estructures amb valors extrems dels tàxons més abundants, entre la resta de FETs, la distribució d'aquests tàxons és similar (Piqué 1999a: 163). *Prunus* sp. és una excepció ja que si bé és un tàxon abundant, el seu CV és alt -per tant heterogeni-, degut per una banda, a la baixa quantitat de restes respecte a altres UEs, i per l'altra, a la seva concentració en estructures determinades.

Als Vilars el tàxon amb un CV més baix és *Pistacia lentiscus* davant de *Quercus* sp. perennifoli, seguit de *Quercus* sp. caducifoli, i altres espècies poc abundants. I als Estinclells el CV més baix correspon a *Quercus* sp. caducifoli, seguit en aquest cas d'*Ulmus* sp. enlloc de *Quercus* sp. perennifoli, i la resta de tàxons amb un CV similar.

Per observar quines estructures a Minferri i unitats estratigràfiques als Vilars i Estinclells presenten valors extrems que poden distorsionar els resultats s'han realitzat diagrames de caixes -Box Plot- (figura 4.1.7). Les dades d'aquests diagrames es presenten en percentatges.

A Minferri *Arbutus unedo* és el tàxon que presenta el valor extrem més alt (SJ-33 amb 82 fragments i 4,31 % el total dels fragments identificats), tot i que no és el que denota més estructures amb més nombre de valors extrems. *Pinus halepensis* en canvi presenta valors extrems en més casos: la SJ-219 amb 78 fragments per sobre els límits exteriors (4,10%); i SJ-374 (amb 39 fragments i 2,05%), SJ-33 (amb 41 fragments i 2,16%) i SJ-150 (amb 42 fragments i 2,21%) per sota dels límits exteriors i sobre els interiors. El següent tàxon, segons aquestes dades és *Prunus* sp., amb un valor extrem (LL-36 amb 58 fragments i 3,05%). Si en aquest cas s'obvia aquesta estructura, a la resta d'estructures aquest tàxon té una presència baixa, posant en dubte la seva alta representativitat basada en el nombre de la seva unitat de desviació típica. *Pistacia lentiscus* és l'espècie amb més valors extrems. Dos en els límits exteriors, FI-77 amb 23 fragments (1,21%) i SJ-67 amb 24 fragments (1,26%) i tres superiors a aquests, SJ-69 amb 30 fragments (1,58%), SJ-353 amb 47 (2,47%), i SJ-33 amb 50 (2,63%). *Quercus* sp. perennifoli presenta un valor superior al límit extern i un a l'intern, SJ-33 amb 40 fragments (2,10%) i SJ-69 amb 38 (2%), respectivament. *Quercus* sp. caducifoli FO-14 amb 11 fragments (0,58%), SJ-219 amb 12 fragments (0,63%) i SJ-374 amb 15 (0,79%), superiors totes tres al límit interior; i SJ-188 amb 27 fragments (1,42%), superior al límit exterior. Finalment, la resta d'espècies tenen una baixa unitat de desviació típica.

Els tàxons identificats als Vilars presenten un nombre de valors extrems no significativament elevats. *Quercus* sp. perennifoli és el que presenta el valor més gran (UE 7001 amb 103 fragments i un 17,31% respecte el total de les restes identificades del jaciment), seguit per 17 fragments i 2,86% de la UE 4217 (de la llar LL-12). El segon amb unes xifres extremes més elevades és *Quercus* sp. caducifoli (UE 4247, UE 4266, UE 7001 i UE 4287), seguit de *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus* i Rosaceae/Maloideae amb tan sols una dada extrema. *Rhamnus/Phillyrea* tan sols registra res a la UE 4250 (amb 3 fragments i el 0,50% del total de les restes identificades). La resta de tàxons amb menys del 0,70% i sense cap valor extrem considerablement significatiu. Si s'obviessin els valors extrems, *Quercus* sp. perennifoli i *Quercus* sp. caducifoli continuarien estant en primer i segon lloc, *Pistacia lentiscus* passaria de cinquè a tercer, *Rosmarinus officinalis* de tercer per sota de *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, Rosaceae/Maloideae i *Rhamnus/Phillyrea* de sisè i setè respectivament als

darrers llocs, i *Pinus halepensis* romandria en el mateix quart lloc. Per tant, aquest jaciment presenta un reduït nombre de valors extrems, en cas d'obviar-los es mantindria l'ordre dels tàxons més representats i només presentarien diferències a partir del tercer tàxon, no obstant això, a banda de Rosaceae/Maloideae i *Rhamnus/Phillyrea*, la resta no variarien de manera significativa.

Estinçells tan sols presenta dos valors extrems que corresponen al mateix tàxon *Quercus* sp. caducifoli (UE 441 amb 47 fragments i el 7,88%, i la UE 573 amb 40 fragments i el 6,71%). La major importància d'aquest tàxon al jaciment és clara, però la resta de tàxons tot i no registrar valors extrems presenten aspectes a tenir en compte en el seu diagrama de caixa. Segons l'ordre que ocupen els tàxons del jaciment respecte la seva unitat de desviació típica, el segon més representat és *Quercus* sp. perennifoli. La raó per la que al diagrama aquest tàxon no presenta dades molt elevades és per que les 4 mostres on es registra tenen el mateix nombre de fragments, sumant en total 54 fragments. *Ulmus* sp. que és el següent també es registra en 4 mostres, sense presentar cap valor extrem, seguit de *Salix* sp./*Populus* sp. que tan sols s'identifica en una sola mostra (UE 441 amb un 2,34% i 50 fragments). Finalment, la resta de tàxons tan sols es documenten en una mostra i un nombre baix de fragments respecte el total d'identificats. Els valors extrems en aquest cas no varien en absolut els resultats respecte la posició que ocupen els tàxons.

A Minferri les mesures emprades en la descripció taxonòmica de les seves dades com la variabilitat dels tàxons per unitat d'anàlisi mostren unes dades similars (figura 4.1.8). Deixant de banda l'ordre exacte, tots els casos coincideixen que els 6 tàxons més representats en aquest jaciment en les anàlisis realitzades amb anterioritat al present treball són *Pinus halepensis*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli i *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp. En canvi, *Prunus* sp. i *Fraxinus* sp. tot i tenir una elevada unitat de desviació típica no es troben entre els tàxons més representats. El primer contempla un valor màxim elevat (58 fragments), però una mitja (0,98 fragments per mostra) i un índex d'abundància relativa (13,30%) baixos. El segon registra un elevat CV i baixa mitja, raons que duen a una elevada unitat de desviació típica però en realitat no és un tàxon que destaquï per la seva significativa representació en base a la resta de dades. En el cas de *Pinus halepensis*, tot i tenir el nombre d'unitats de desviació típica, el valor màxim i el CV més baixos que *Arbutus unedo*, l'índex d'abundància relativa i la mitja indiquen el contrari, situant-lo com el tàxon més important.

Les dades presentades fins aquí d'Els Vilars mostren com els 6 tàxons més representats són *Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Rosmarinus officinalis* i *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*. En aquest cas es descarten Rosaceae/Maloideae i *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp. per contemplar una unitat de desviació típica elevada per les raons ja assenyalades

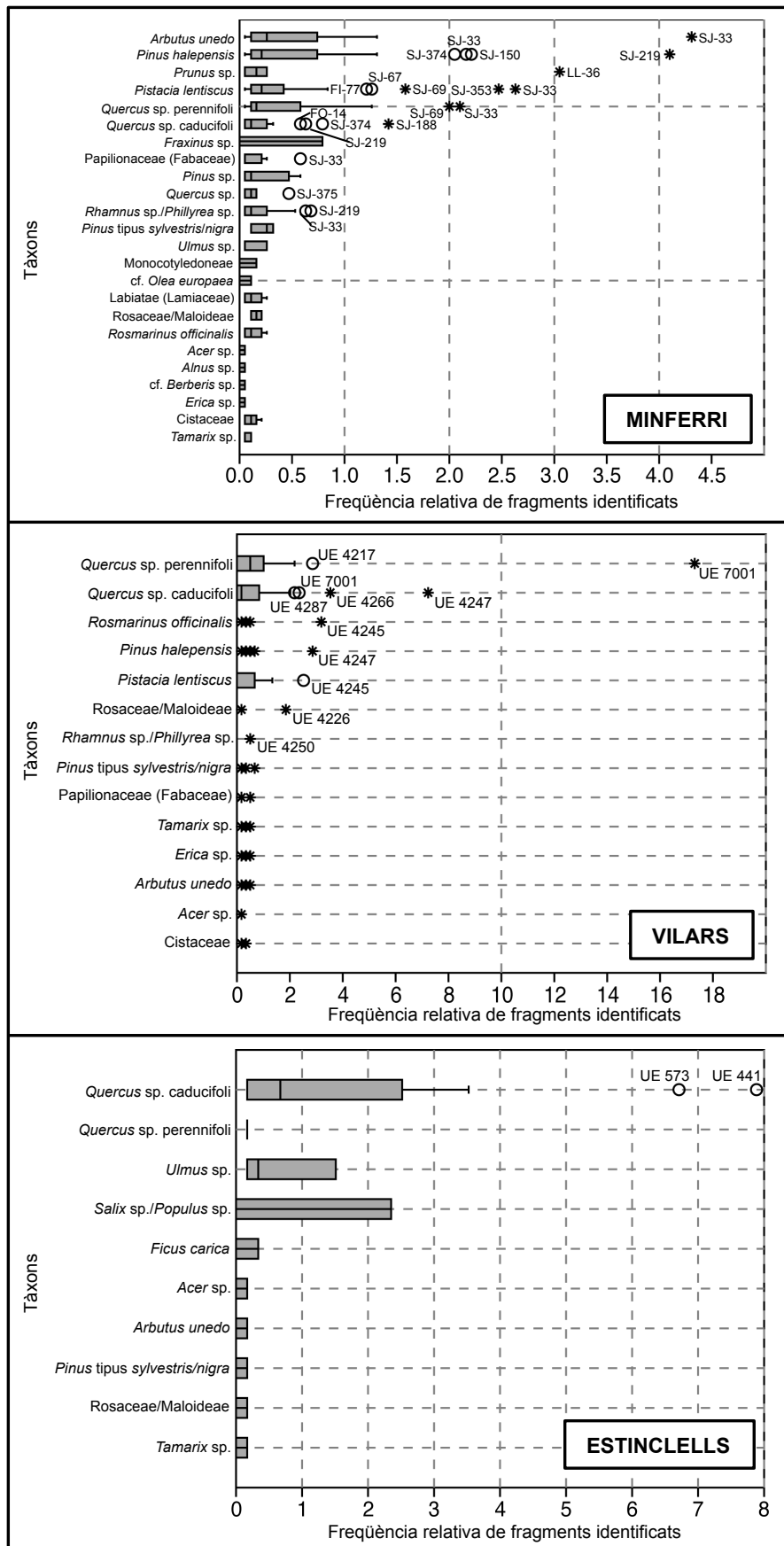


Figura 4.1.7. Estudis anteriors. Diagrames de caixa (*Box Plot*) en els que s'exposa el percentatge del nombre de fragments identificats per unitat d'anàlisi i tàxon dels tres jaciments. Les estructures destacades corresponen a les més extremes de cada tàxon. **De dalt a baix:** de més a menys representats segons el nombre d'unitat de desviació típica de la freqüència relativa dels fragments. Tots els valors situats per damunt del límit interior estan identificats a la gràfica amb un cercle, i els situats per damunt dels límits exteriors amb un asterisc.



Tots els tàxons identificats dels Estinclells mostren el mateix ordre en la totalitat de mesures, coincidint que els 6 més representats són *Quercus* sp. caducifoli, *Quercus* sp. perennifoli, *Ulmus* sp., *Salix* sp./*Populus* sp., *Ficus carica* i *Acer* sp.

Ordre dels tàxons de més a menys representats (de d'alt a baix) respecte diferents mesures					
MINFERRI					
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.		
1	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Arbutus unedo</i>
2	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus halepensis</i>
3	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Prunus</i> sp. *
4	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Pistacia lentiscus</i>
5	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
6	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
7	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp. *
8	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
9	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)
10	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Prunus</i> sp.	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Pinus</i> sp.
11	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.
12	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	Cistaceae	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
13	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.
14	Cistaceae	Cistaceae	Rosaceae/Maloideae	Cistaceae	Labiatae (Lamiaceae)
15	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
16	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Tamarix</i> sp.	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae
17	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	Cistaceae
18	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	Monocotyledoneae
19	Monocotyledoneae	Monocotyledoneae	Monocotyledoneae	Monocotyledoneae	cf. <i>Olea europaea</i>
20	cf. <i>Olea europaea</i>	cf. <i>Olea europaea</i>	cf. <i>Olea europaea</i>	cf. <i>Olea europaea</i>	<i>Tamarix</i> sp.
21	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.
22	<i>Alnus</i> sp.	<i>Alnus</i> sp.	<i>Alnus</i> sp.	<i>Alnus</i> sp.	<i>Alnus</i> sp.
23	cf. <i>Berberis</i> sp.	cf. <i>Berberis</i> sp.	cf. <i>Berberis</i> sp.	cf. <i>Berberis</i> sp.	cf. <i>Berberis</i> sp.
24	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.
VILARS					
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.		
1	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
2	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
3	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
4	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>
5	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Pinus tipus sylvestres/nigra</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
6	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	Rosaceae/Maloideae *
7	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
8	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	Cistaceae	Rosaceae/Maloideae	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.*
9	Cistaceae	Cistaceae	<i>Erica</i> sp.	Cistaceae	Papilionaceae (Fabaceae)
10	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.
11	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Erica</i> sp.
12	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	Rosaceae/Maloideae	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Arbutus unedo</i>
13	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Cistaceae
14	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.
ESTINCLELLS					
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.		
1	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
2	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
3	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.
4	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
5	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>
6	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.
7	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>
8	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
9	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae
10	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.

Figura 4.1.8. Pàgina anterior. Estudis anteriors. Ordre dels tàxons de més a menys representats, segons diferents mètodes. En la mateixa tonalitat de color s'indiquen els tàxons que ocupen el mateix ordre entre els diversos mètodes. En blanc els que guarden diferent posició entre ambdues freqüències. \*Espècies descartades de les més representades.

## 4.2. Mètode i resultats del present estudi

Com s'ha esmentat anteriorment, el present estudi té per objectiu proporcionar una visió del patró d'utilització de la fusta a nivell general en el jaciment a partir de l'estudi del màxim d'unitats d'anàlisi. Cal tenir en compte el gran volum de mostres i carbons procedents de múltiples UEs i estructures de cada jaciment, conseqüència de la gran superfície excavada de cadascun des dels inicis de la seva excavació. Vist l'esforç de temps que suposava l'estudi de la totalitat de l'abundant mostra d'aquets jaciments es va optar per realitzar un mostreig al laboratori. Aquest apartat té per objectiu valorar si aquest mostreig suposa una pèrdua d'informació respecte a l'estudi de la totalitat de la mostra.

En aquest cas es va considerar adient l'anàlisi d'un nombre fix de fragments per mostra. La dificultat recau en la tria d'un nombre suficient que minimitzi la pèrdua d'informació i que alhora pugui complir els objectius preestablerts. La revisió bibliogràfica demostra que no existeix un acord pel que fa a la mida idònia de la mostra, sinó que s'ha d'avaluar per cada cas. Després d'aquesta revisió (*vid.* apartat 3.3.4.2) i de l'observació dels resultats obtinguts en els estudis anteriors dels tres jaciments, en els que la majoria de les mostres no presentava un nombre molt elevat de fragments -exceptuant mostres puntuals-, es va decidir considerar l'anàlisi de 25 fragments per mostra, a mode exploratori, en els tres jaciments.

Per valorar la idoneïtat dels resultats s'han tingut en compte els resultats d'aquest mètode de mostreig a cadascun dels jaciments. En casos concrets s'han confrontat els resultat obtinguts amb el mostreig de 25 carbons amb l'estudi d'un número major de restes i s'han aplicat *corbes d'esforç-rendiment* com a mode de control per valorar-ne les diferències o similituds. Aquestes corbes s'empren com una eina de verificació taxonòmica i no com a base per establir un mínim de fragments per mostra. També cal assenyalar que en algunes mostres el nombre de restes no arribava a aquest mínim de 25 fragments i que per tant en aquests casos els carbons es van estudiar en la seva totalitat.

Les *corbes d'esforç-rendiment* permeten veure la relació existent entre fragments de carbó analitzats i el nombre de tàxons determinats, sempre en funció del seu ordre d'aparició. En el moment que l'anàlisi de més fragments no proporciona cap tàxon nou es considera que la corba s'estabilitza. És en aquest punt en el que es considera que per més fragments que s'analitzin, el

ventall taxonòmic no obtindrà un canvi notori, estimant aquest nombre suficient per confirmar la diversitat taxonòmica de la mostra (*vid.* apartat 3.3.4.2).

En el present estudi aquestes corbes s'han aplicat per determinar en quina quantitat de mostres apareixen nous tàxons identificats a partir de 25 fragments i, en aquest cas, si els mateixos tàxons ja estan identificats o no en altres mostres per sota dels 25 fragments. D'aquesta manera es descobreix si a nivell global de mostres i jaciment existeix o no una pèrdua taxonòmica significativa, o si pel contrari tots els tàxons que s'identifiquen per sobre dels 25 fragment, ja es determinen en alguna altra mostra del mateix jaciment o corresponen a tàxons de poc valor econòmic donada la seva presència global en el jaciment.

També cal tenir en compte que la selecció d'un nombre fix de carbons analitzats per mostra és un factor més de distorsió que pot tenir efectes sobre la reconstrucció del paisatge vegetal de l'època i de la seva gestió que es suma als que són resultat dels altres processos postdeposicionals, com els dos tipus de recollida -manual i rentat de sediment (flotació i columna)<sup>4</sup>-, i el seu anàlisi al laboratori. No obstant això, cal insistir en la pèrdua d'informació que ja significa l'anàlisi de tota resta arqueològica. Raó per la que és tan important el mètode o mètodes emprats en la seva anàlisi.

Per minimitzar la limitació fruit d'un nombre fix de carbons, aquests s'han escollit de manera aleatòria, sense que la mida dels fragments sigui un factor discriminant en la seva tria (Piqué 1996: 58). Precisament per evitar encara més els processos de selecció -en els casos on ha set possible-, de la mateixa mostra s'analitzen carbons procedents dels dos tipus de recollida indistintament, manual i rentat, i en aquest darrer de les dues llums de malla.

Per valorar els resultats taxonòmics d'aquest mètode, primer s'analitzen les dades a través de l'ordenació dels tàxons segons unitat de mesura -com es realitza en les dades obtingudes en els estudis anteriors-, i posteriorment s'aprofundeix en la incidència de l'estudi d'un nombre fix de fragments per mostra en la variabilitat taxonòmica.

#### **4.2.1. Ordenació dels tàxons segons unitat de mesura**

Malgrat l'estudi d'un nombre fix de carbons per mostra, com ja s'ha assenyalat, en alguns casos el nombre de restes de la mostra no arribava a 25 fragments, mentre que en altres es van estudiar més restes amb l'objectiu de controlar la significació del resultats segons cadascuna d'aquestes variables. Per aquest motiu es considera necessari valorar la relació entre el nombre de restes analitzades, el total d'identificades i el nombre de tàxons (figura 4.2.1). La confrontació

<sup>4</sup> I les dues llum de malla diferents de les que procedeixen els carbons tractats (>2-1 mm i >4-5 mm).

dels resultats permet veure que en cap dels tres jaciments el nombre de tàxons determinats per mostra no guarda relació amb el nombre de restes identificades, observant-se unitats estratigràfiques amb un alt nombre de fragments analitzats i un escàs nombre de tàxons, i d'altres amb un baix nombre de carbons estudiats i un elevat nombre taxonòmic.

Les mostres analitzades de Minferri en el present estudi sumen 200 UEs (116 FETs), dels Vilars 294 UEs i 57 UEs dels Estinçlells. En la distinció de les tres variables -nombre de carbons analitzats, identificats i de tàxons-, les dades es mostren per unitat estratigràfica (UE) que és realment la unitat d'estudi en base a la qual es realitza el mostreig i posterior anàlisi dels seus carbons.

A Minferri i als Vilars cap de les tres variables presenten cap mena de relació entre elles -com en el cas dels estudis previs-, la presència de no determinables és molt alta en algunes UEs/FETs concrets. En canvi als Estinçlells el nombre de fragments analitzats i identificats taxonòmicament guarden certa relació en una quantitat considerable de mostres. Això es deu a la menor quantitat de fragments no determinats taxonòmicament en aquest jaciment respecte la significativa presència d'aquests en els dos primers.

En els tres jaciments es poden observar les UEs/FETs que han estat mostrejades amb un nombre fix de 25 fragments. El que és interessant és que aquestes no presenten un patró diferent en relació al que es pot veure entre les mostres amb més o menys restes o en relació als estudis previs. Per tant, sembla que el nombre de tàxons identificats és independent a la quantitat de fragments analitzats.

#### **4.2.1.1. Resultats segons el mètode de mesura de freqüència directa i indirecta**

En els resultats obtinguts en el present treball s'han aplicat les mateixes mesures de freqüència que els estudis antracològics anteriors a aquest, com s'esmenta a l'inici del capítol.

En el cas de Minferri s'han analitzat 3.698 fragments, dels quals 2.781 (75,20%) s'identifiquen taxonòmicament i 917 (24,79%) no [725 (19,60%) indeterminables i 192 (5,19%) indeterminats] (figura 4.2.2.A.1). Dels Vilars s'han estudiat 5.022 fragments, dels quals 3.071 (61,15%) han estat identificats i 1.951 (38,85%) no [1.823 (36,30%) indeterminables i 128 (2,55%) indeterminats] (figura 4.2.2.A.2). Finalment dels Estinçlells 1.148 fragments, entre els quals 1.068 (93,03%) són identificats taxonòmicament i 80 (6,97%) no identificats [63 (5,48%) indeterminables i 17 (1,48%) indeterminats] (figura 4.2.2.A.3).

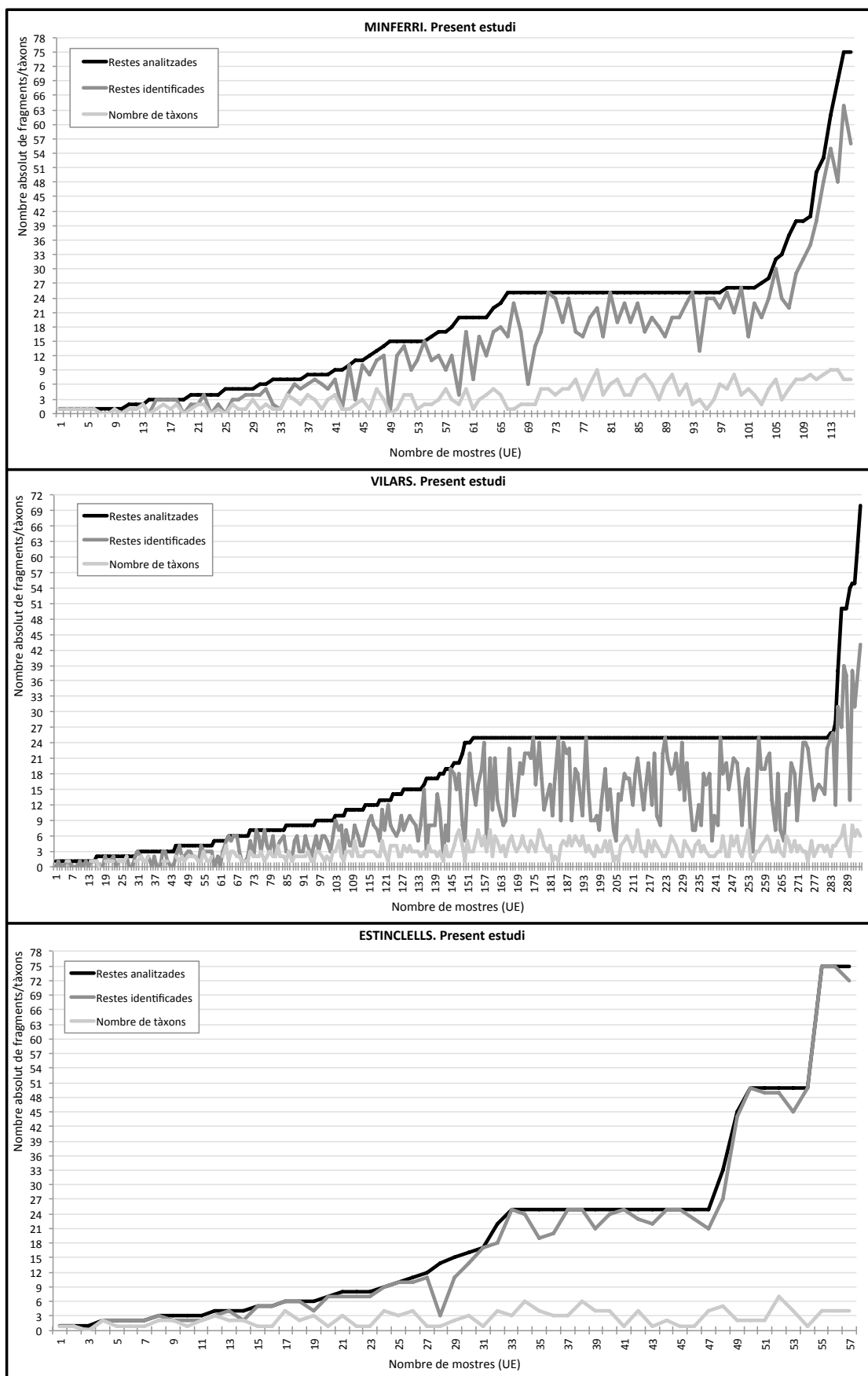


Figura 4.2.1. Present estudi. Nombre absolut dels tàxons, restes analitzades i restes identificades en relació a les mostres (UE) dels tres jaciments. Ordenades d'esquerra a dreta de menys a més restes analitzades.

Els tàxons determinats a Minferri en el present estudi són 19, és a dir 2 menys que en l'estudi anterior (apareixent 6 de nous, i desapareixent 3). Els que tenen una freqüència relativa de fragments -intensitat d'ús- major són *Quercus* sp. perennifoli i *Pinus halepensis*, seguit de *Pistacia lentiscus* -els tres amb més del 20% cadascun-; en quart i cinquè lloc es troben dos arbustos *Arbutus unedo* i Cistaceae, representant cadascú entre un 5-8% del total de fragments identificats. La resta de tàxons es localitzen en menys del 5% per separat (figura 4.2.2.B.1). Per tant es mantenen els tàxons més importants en relació a l'estudi anterior, si bé varia l'ordenació de la seva importància.

Dels 22 tàxons registrats a Els Vilars, els més freqüents són *Quercus* sp. perennifoli amb un 38,06%, seguit de *Quercus* sp. caducifoli, *Pistacia lentiscus*, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra* i Cistaceae, cadascú representant entre el 8% i casi el 15% del total dels carbons identificats. La resta de tàxons no arriben al 5% per separat (figura 4.2.2.B.2). Els resultats obtinguts són molt diferents als de l'estudi previ, s'han identificat 8 tàxons més i canvien les espècies millor representades. Aquestes diferències sens dubte estan relacionades amb el major nombre d'UEs i fragments analitzats en el present estudi i no tant amb el mètode de mostreig.

Entre els 18 tàxons identificats als Estinçlells el més representat és *Quercus* sp. caducifoli amb gairebé un 70%, seguit de *Quercus* sp. perennifoli amb més del 10%, i *Ulmus* sp. amb un 5,05%. La resta representa menys del 5% cadascun (figura 4.2.2.B.3). De nou s'observen diferències respecte a l'estudi previ, amb la identificació de 8 tàxons més. No obstant això en aquest cas l'ordenació dels tàxons més importants es manté.

La ubiqüitat -absència/presència- de tàxons per mostra evidencia certes diferències respecte la intensitat del seu ús en els tres jaciments. A Minferri tot i que amb poca diferència, els tàxons més presents en aquest cas són *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus* i *Quercus* sp. perennifoli, tots tres determinats en més del 60% de les mostres (FETs). Cal assenyalar que en l'estudi anterior aquests eren també els tàxons més ubics, encara que ara s'observa una menor presència d'*Arbutus unedo*. La resta de tàxons segueixen aproximadament el mateix ordre que la freqüència relativa de fragments.

Als Vilars *Quercus* sp. perennifoli continua sent amb diferència el tàxon amb una presència major respecte els estudis anteriors. En aquest jaciment la diferència més notòria respecte la freqüència relativa dels fragments (però amb poca diferència) són *Pistacia lentiscus* que passa a tercer lloc per sota de *Quercus* sp. caducifoli, i Cistaceae per sota de *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*. En la resta de tàxons la ubiqüitat és similar a la seva intensitat d'ús.

Als Estinçlells els tàxons amb una ubiqüitat major tenen el mateix ordre que la seva intensitat d'ús, destacant *Pinus* tipus *sylvestris/nigra* que puja de setè a cinquè lloc i *Pinus halepensis* de

vuitè a tretzè. La resta guarda aproximadament el mateix ordre que la freqüència relativa de fragments.

Segons l'índex d'abundància relativa no existeixen grans diferències amb les dades anteriors. Dels 9 tàxons arboris, 8 arbustius i 2 arboris i/o arbustius de Minferri, els més representats segons aquest índex són *Pinus halepensis* –arbori- i *Quercus* sp. perennifoli -arbori/arbustiu-, *Pistacia lentiscus* –arbustiu-. La resta amb menys del 50%.

L'índex dels Vilars indica que dels 11 tàxons arboris, 8 arbustius, 2 arboris i/o arbustiu i 1 liana, sobresurt amb gran diferència a la resta un arbori/arbustiu *Quercus* sp. perennifoli, seguit d'arboris i arbustius indistintament.

Dels 8 tàxons arboris, 8 arbustius i 2 arboris i/o arbustius determinats als Estinçlells continua destacant un arbori, però a diferència dels altres dos jaciments en els que *Pinus halepensis* (arbori) i *Quercus* sp. perennifoli (arbori/arbustiu) són els més nombrosos, en aquest cas és *Quercus* sp. caducifoli amb una diferència molt significativa respecte la resta de tàxons.

En aquest cas els fragments indeterminats/bles també es presenten de manera general per jaciment junt a la freqüència absoluta, indicant com la seva proporció respecte els determinats taxonòmicament és molt més gran a Els Vilars, menys nombrosa a Minferri, i molt menor als Estinçlells.

En resum, a grans trets es mantenen les tendències observades en l'estudi previ, especialment en el jaciment de Minferri. Les majors diferències es donen en el jaciment de Vilars, on anteriorment s'havia fet un estudi sobre un nombre petit de restes. També destaquen alguns canvis en l'ordenació de la importància dels tàxons a Minferri i la identificació d'un major nombre a Vilars i Estinçlells.

#### **4.2.1.2. Anàlisi de la variabilitat dels tàxons**

A l'igual que l'anàlisi de la variabilitat dels tàxons en base als estudis anteriors (apartat 4.1.1.2), per comparar l'existència o no d'una correlació entre el nombre de restes identificades i el nombre de tàxons per mostra, primer cal esbrinar la normalitat de cadascuna d'ambdues variables per separat.

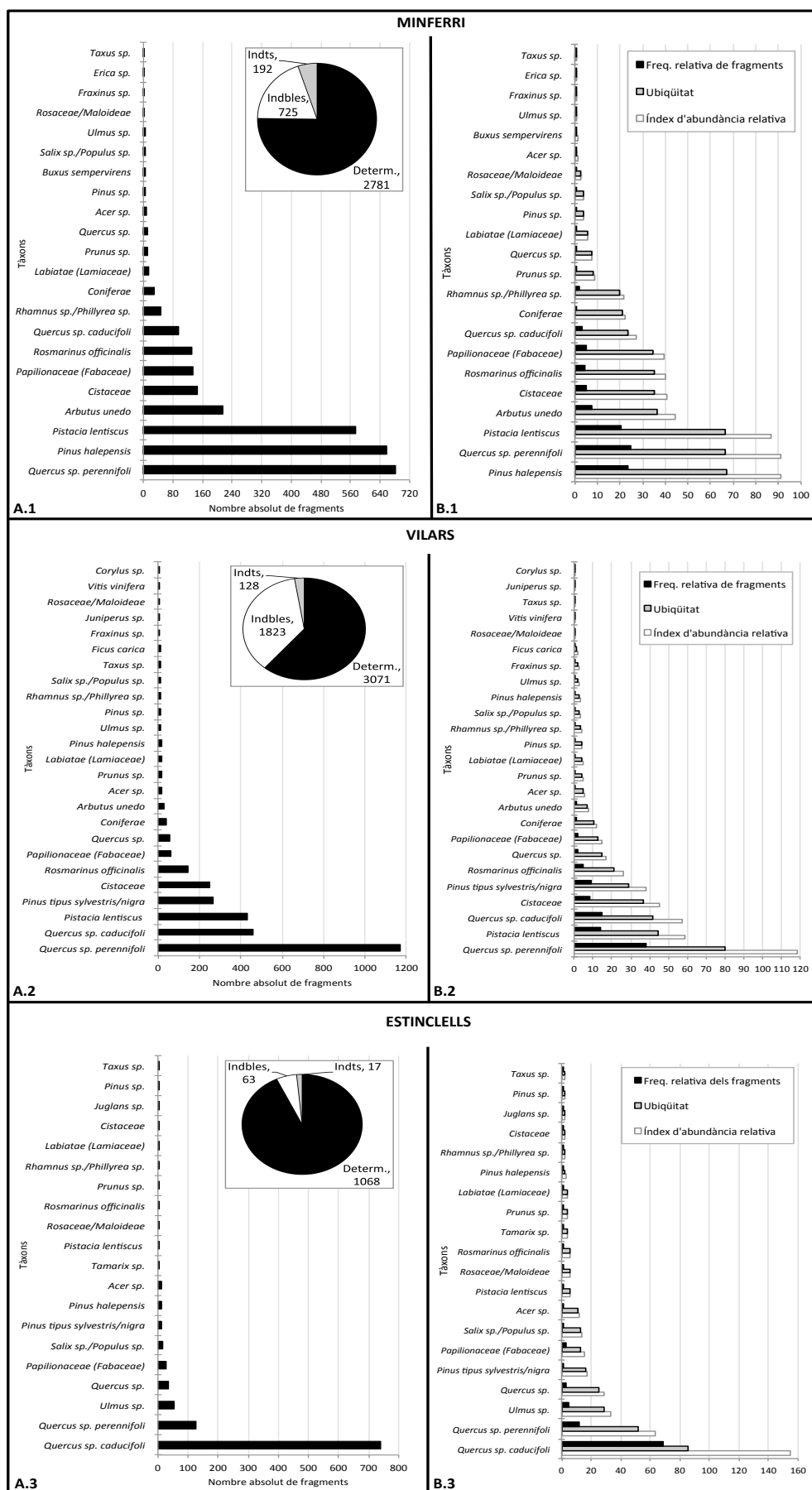


Figura 4.2.2. Present estudi. A: Nombre absolut de fragments. B: Freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa.



De nou s'aplica el test de Shapiro-Wilk per determinar si el nombre absolut de fragments identificats per unitat d'estudi i el de tàxons tenen una distribució normal (figura 4.2.3). Aquest test aplicat al nombre absolut de fragments té un índex de significació probabilística de  $5,16E-13$ ,  $7,06E-11$ ,  $6,11E-07$  (de Minferri, Vilars i Estinclells respectivament) (columna de l'esquerra de la figura 4.2.3). I el mateix aplicat al nombre absolut de tàxons per unitat té un índex de significació probabilística de  $2,93E-07$ ,  $3,25E-11$ ,  $1,27E-05$  (de Minferri, Vilars i Estinclells respectivament). En totes aquestes dades s'indica la no normalitat de la prova, ja que l'índex és menor de 0,050 (5%). Per tant, cap de les dues compleixen la normalitat per separat.

Per norma general si les variables no són normals la possibilitat d'alguna relació es redueix. El diagrama de correlació o dispersió (figura 4.2.4) entre ambdues variables -i de cadascun dels tres jaciments- mostra la inexistència d'una relació lineal entre elles -absència de relació-, demostrant un cop més que el nombre de fragments identificats no té cap relació amb els tàxons estudiats per unitat d'anàlisi.

Segons el mateix diagrama de dispersió a Minferri destaquen 4 sitges amb més tàxons (SJ-222, SJ-236, SJ-289 i SJ-137) i la resta amb  $<10$  tàxons segons el diagrama de correlació o dispersió, i 4 FETs amb més fragments identificats (SJ-137, SJ-289, SJ-197, FR-230 i SJ-197) i la resta amb  $<106$  fragments. Les úniques estructures que coincideixen amb una quantitat major de tàxons i fragments identificats són les SJ-289 i SJ-137, però a banda del forn FR-230 cal dir que les altres estructures es troben en una posició elevada respecte les dues variables. En aquest cas es podria observar una certa relació entre les estructures que comparteixen un nombre major de restes analitzades i tàxons, no obstant això s'ha observat a l'anàlisi de la normalitat que no hi ha correlació entre ambdues variables.

Els 6 tàxons més representats en aquest jaciment es troben en totes aquestes estructures, a excepció de la sitja SJ-137 on només apareixen els 4 primers tàxons -*Quercus* sp. perennifoli, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus* i *Arbutus unedo*- i un altre cop el forn FR-230 amb els 6 tàxons menys *Arbutus unedo*.

Al Vilars les unitats amb més tàxons són les UE 7053 i UE 6137 (la resta amb  $<8$  tàxons), i amb més fragments identificats les 4 unitats estratigràfiques UE 6138, UE 7053, UE 6137 i UE 16030 (la resta amb  $<37$  fragments). Entre aquests 6 FETs els únics que coincideixen amb un valor elevat de les dues variables són les UE 7053 i UE 6137. Dels 6 tàxons més representats en el conjunt del jaciment en aquestes dues UEs es registren tots menys *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*. La unitat que documenta els 6 tàxons és la que té més fragments identificats (UE 6138), fet que es podria considerar com a significatiu, tot i que al ser puntual no indica l'existència fiable d'una relació entre el nombre de tàxons, fragments identificats i tàxons més representats.

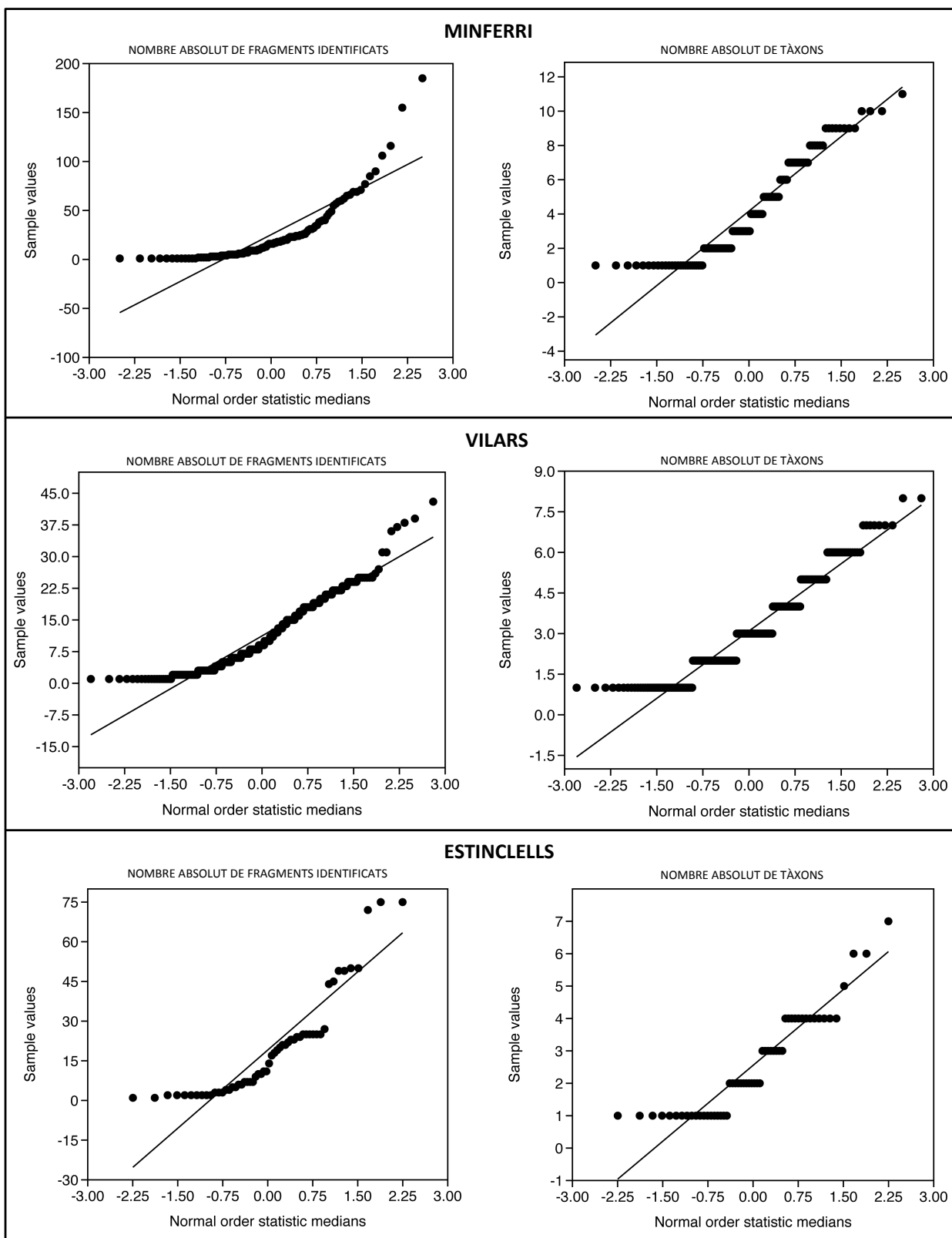


Figura 4.2.3. Present estudi. Gràfics Q-Q (o “gràfics de probabilitat normal”). Columna **esquerra**: test de normalitat del nombre absolut de fragments identificats per unitat. I columna **dreta**: test de normalitat del nombre absolut de tàxons per unitat.

Les unitats estratigràfiques amb més tàxons identificats a Estinçlells són les UE 418, UE 203 i UE 58 (la resta amb <6 tàxons) mentre que les que tenen més carbons identificats són les UE 694, UE 717 i UE 759 (la resta amb <75 fragments), no existint cap unitat que contempli el valor més elevat d'aquestes dues variables. A més dels 6 tàxons més representats del jaciment i mètode d'estudi, en aquestes UEs no se'n registra cap on es determinin tots. Per tant, en aquest cas no s'observa cap UE on es relacionin les variables presentades, a excepció que *Quercus* sp. caducifoli aparegui en totes aquestes unitats.

Per tant, la inexistència d'una relació entre la identificació dels tàxons significa que no depèn dels fragments identificats, sinó que cada mostra pot oferir una informació diferent. Per tant això afavoreix el fet de que no importi el nombre de restes analitzades i identificades en relació al nombre taxonòmic, i que per tant la identificació d'un nombre fix de fragments no tingui per què implicar la pèrdua d'informació taxonòmica en relació a la seva presència/absència.

La descripció estadística dels resultats antracològics del present estudi dels 3 jaciments mostra l'existència de diversos nivells de concentracions<sup>5</sup> de fragments analitzats per FET –Minferri- i UE -Vilars i Estinçlells-, en funció del nombre absolut de les dades (figura 4.2.5). Cal tenir present però que el fet d'haver estudiat un nombre fix de carbons per estructura pot comportar que no es donin valors de concentració tan elevats com en el cas de l'estudi anterior i per tant cal considerar amb prevenció els valors obtinguts pel que fa a les concentracions molt elevades i mitjanes.

- A Minferri els tàxons amb **concentracions molt elevades** de fragments són *Pinus halepensis* (amb un valor màxim de 85 fragments i una mitja de 5,68 per FET carbons), *Quercus* sp. perennifoli (amb valor màxim de 62 fragments i una mitja per FET de 5,87 carbons), *Pistacia lentiscus* (amb 52 fragments i una mitja de 4,94 carbons per estructura) i *Arbutus unedo* (valor màxim de 34 fragments i mitja de 1,86 carbons). Per tant en relació a l'estudi anterior s'observa una pèrdua de pes de *Quercus* sp caducifoli que no es trobaria ara en aquest grup.

---

<sup>5</sup> Com s'esmenta en l'apartat 3.4.2 el criteri emprat per classificar els tipus de concentracions es formula envers l'agrupació de tàxons amb unitats de desviació típica el més similars possibles, en funció de les dades obtingudes en cada jaciment i mètode, degut a la heterogeneïtat del nombre de fragments analitzats per mostra.

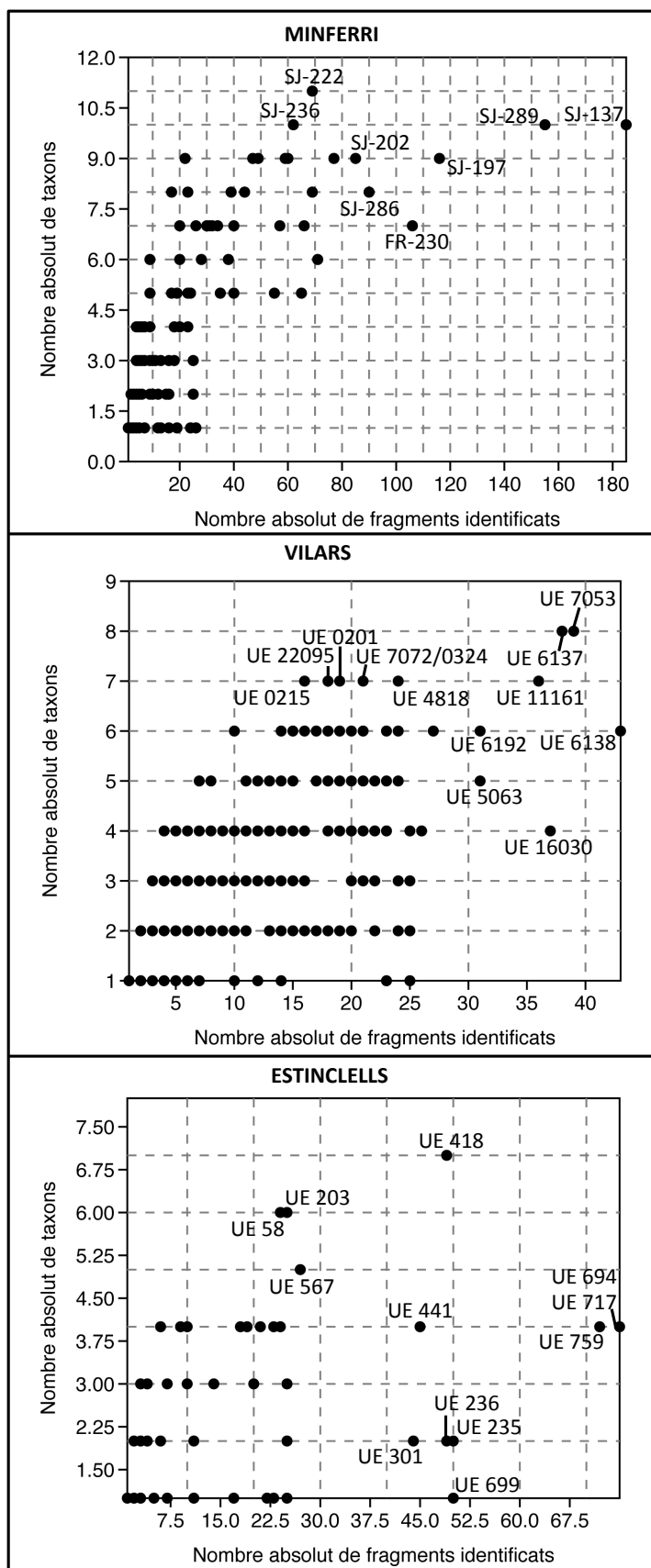


Figura 4.2.4. Present estudi. Diagrames de correlació o dispersió entre el nombre absolut de tàxons i nombre absolut de fragments identificats a cada unitat d’anàlisi dels tres jaciments.

Als Vilars el tàxon amb concentracions més elevades és *Quercus* sp. perennifoli (valor màxim de 25 fragments i una mitja per UE de 3,98 carbons) amb gran diferència respecte els tres següents *Quercus* sp. caducifoli (21 fragments de valor màxim i una mitja per UE de 1,56 carbons), *Pistacia lentiscus* (23 fragments de valor màxim i 1,47 carbons de mitja per unitat estratigràfica) i *Pinus* tipus *sylvestris/nigra* (valor màxim de 23 fragments i una mitja de 0,91 carbons per UE). Cal destacar que *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, tot i tenir un valor extrem elevat, la seva mitja és relativament baixa degut a dues concentracions de 23 i 22 fragments -UE 13001 i UE 10081 (CL-1056) respectivament-, i la resta amb un nombre  $\leq 10$  carbons. El fet que no es trobin concentracions superiors 25 fragments sens dubte té a veure amb el mostreig, en aquest jaciment hi ha un major nombre d'UEs on s'han analitzat un nombre fix de restes. No obstant això es destaca que les espècies registrades en l'estudi anterior també s'identifiquen aquí, entre les que presenten concentracions elevades.

A Estinçlells l'únic tàxon que té una concentració elevada de fragments és *Quercus* sp. caducifoli amb un valor màxim de 68 fragments i una mitja per estructura de 12,95 carbons.

- Els tàxons amb **concentracions mitjanes** a Minferri en determinades estructures són *Quercus* sp. caducifoli (23 fragments de valor màxim i mitja per FET de 0,81 carbons), Papilionaceae (Fabaceae) (amb un valor extrem de 21 fragments i una mitja per estructura d'1,16 carbons), *Rosmarinus officinalis* (16 fragments de valor màxim i 1,12 carbons de mitja) i Cistaceae (valor extrem de 14 fragments i una mitja d'1,25 carbons). En aquest cas el tàxon amb una mitja baixa és *Quercus* sp. caducifoli ja que a banda d'una concentració de 23 fragments a la sitja SJ-198, la resta d'estructures registren  $\leq 13$  carbons.

A Els Vilars aquestes concentracions són de *Rosmarinus officinalis* (17 fragments de valor màxim i una mitja per unitat estratigràfica de 0,49 carbons), *Taxus baccata* (un valor màxim de 12 fragments i 0,04 carbons per UE) i Cistaceae (un valor màxim de 10 fragments i una mitja de 0,84 carbons). *Taxus baccata*. destaca per una mitja baixa degut a una única mostra on es registra aquest tàxon és el paviment P-602 (UE 11583).

A Estinçlells els tres tàxons amb aquest tipus de concentracions són Papilionaceae -Fabaceae- (valor màxim de 20 fragments i una mitja de 0,49 carbons), *Quercus* perennifoli (19 fragments de valor màxim i una mitja de 2,25 carbons) i *Pinus halepensis* (valor màxim de 13 fragments i mitja de 0,23 carbons). En aquest cas el primer i darrer tàxon documenten una mitja baixa. Papilionaceae -Fabaceae- degut a l'única concentració significativa de 20 fragments a la UE 759 i a la resta de mostres amb aquest tàxon tan sols 1 i 2 fragments, i *Pinus halepensis* present a tan sols una única mostra amb 20 fragments (UE 352).

- Els tàxons amb **concentracions baixes i molt baixes** a Minferri són *Acer* sp., *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp., *Buxus sempervirens*, Labiatae -Lamiaceae-, *Ulmus* sp., *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Prunus* sp., *Fraxinus* sp., *Salix* sp./*Populus* sp., Coniferae, *Erica* sp., *Taxus baccata*. i Rosaceae/Maloideae. Aquests presenten entre 8 i 1 fragments i les mitges es situen en menys de 0,41 carbons per estructura, coincidint amb els tàxons amb una freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa més baixa. Menys *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp. i Coniferae que tenen una mitja alta en relació a la resta de tàxons degut a l'existència d'un nombre relativament representatiu de mostres amb un nombre de fragments semblant al de la seva mitja.

A Els Vilars els valors màxims més baixos i molt baixos van de 8 a 1 fragments i coincideixen amb una freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa més baixa: *Pinus halepensis*, Papilionaceae -Fabaceae-, *Ficus carica*, *Juniperus* sp., *Ulmus* sp., Coniferae, *Salix* sp./*Populus* sp., Labiatae -Lamiaceae-, *Arbutus unedo*, *Prunus* sp., *Acer* sp., *Quercus* sp., Rosaceae/Maloideae, *Fraxinus* sp., *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp., *Pinus* sp., *Corylus* sp. i *Vitis vinifera*. L'únic tàxon que mancava aquí i que es troba entre els tàxons amb concentracions mitjanes és *Taxus baccata* (antepenúltim tàxon respecte les mesures directes i indirectes de freqüències esmentades), degut a un sol valor extrem que en ser elevat influencia en la posició d'aquestes dades però no esdevé un tàxon amb una representativitat elevada.

Els tàxons amb concentracions baixes i molt baixes a Estinçells són *Ulmus* sp., *Salix* sp./*Populus* sp., *Quercus* sp., *Acer* sp., *Tamarix* sp., *Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp., *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, *Prunus* sp., *Pistacia lentiscus*, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, Cistaceae, *Juglans* sp., *Pinus* sp., *Taxus baccata* i Labiatae -Lamiaceae-. En aquest cas els menys representats en la freqüència relativa de fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa del jaciment coincideixen amb aquests tàxons, restant absents Papilionaceae (Fabaceae) i *Pinus halepensis* que es situen dins les concentracions mitjanes per les raons ja exposades.

A mode de resum, la majoria dels tàxons que presenten concentracions elevades en els estudis previs també es troben representats entre els de concentracions més elevades en el present estudi o entre els que presenten concentracions mitjanes. No obstant això, s'observen marcades diferències entre el resultat de les mostres prèviament estudiades i les actuals. Sense excloure que el nombre fix de carbons estudiat impedeix que ara es puguin observar concentracions molt elevades dels tàxons, cal tenir en compte que aquestes diferències no necessàriament tenen a veure només amb aquest submostreig, cal tenir en compte altres factors com per exemple el fet que és a Vilars i Estinçells on es donen més divergències pel que fa al volum de restes estudiades, sent molt superior i, per tant, més complet l'estudi actual.



De la mateixa manera que en l'anàlisi dels estudis anteriors, en els del present treball s'analitza el grau de variabilitat taxonòmica entre els FETs/UEs a partir del càlcul del nombre d'unitats de desviació típica existents en l'interval format per la mitja i el valor extrem de cada tàxon. En aquest cas es tenen en compte els 6 tàxons més representats segons aquesta dada, considerats els més significatius estadísticament. Com s'esmenta en diverses ocasions, quant més gran sigui l'índex més gran serà aquest interval i més gran la diversitat entre les unitats d'anàlisi (*vid.* apartat 3.4.2) (figura 4.2.6).

Els 6 tàxons que presenten un major nombre d'unitats de desviació típica a Minferri són *Pinus halepensis*, *Quercus sp. perennifoli*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Quercus sp. caducifoli* i Papilionaceae -Fabaceae-. Aquests elevat valor, en general, és indicador d'una distribució heterogènia d'aquests 6 tàxons entre les estructures. *Quercus sp. caducifoli*, on les mesures de freqüència absoluta i relativa dels fragments, ubiqüitat i índex d'abundància relativa indiquen que es troba en la vuitena posició. En la present unitat el mateix tàxon es situa entre els 6 més representats, degut a un valor de la seva mitja baix i un coeficient de variabilitat alt.

Als Vilars la unitat de desviació típica en general és baixa, els 6 tàxons amb més unitats de desviació típica -*Quercus sp. perennifoli*, *Pinus tipus sylvestris/nigra*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus sp. caducifoli*, *Rosmarinus officinalis* i *Taxus baccata*- mostren una distribució força homogènia entre les respectives unitats estratigràfiques. En aquest cas destaca *Taxus baccata*. que, tot i considerar-se entre aquests tàxons, en la resta de resultats ocupa una de les darreres posicions, degut a la seva mitja de fragments per UE baixa i a un coeficient de variabilitat (CV) molt elevat.

A Estinclells *Quercus sp. caducifoli* conté una unitat de desviació alta, indicant una distribució heterogènia d'aquest tàxon entre les mostres on s'ha documentat. És baixa a Papilionaceae -Fabaceae-, *Quercus sp. perennifoli* i *Pinus halepensis*, i molt baixa a *Ulmus sp.* i *Salix sp./Populus sp.*, esdevenint una distribució més homogènia entre les UEs. En aquests darrers la mitja per UE és poc elevada i el CV molt alt.

UNITAT DE DESVIACIÓ TÍPICA		
Minferri	Vilars	Estinclells
<i>Pinus halepensis</i> : 84,52	<i>Quercus sp. perennifoli</i> : 24,08	<i>Quercus sp. caducifoli</i> : 67,24
<i>Quercus sp. perennifoli</i> : 61,41	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i> : 22,63	Papilionaceae (Fabaceae): 19,82
<i>Pistacia lentiscus</i> : 51,40	<i>Pistacia lentiscus</i> : 22,51	<i>Quercus sp. perennifoli</i> : 18,45
<i>Arbutus unedo</i> : 33,58	<i>Quercus sp. caducifoli</i> : 20,57	<i>Pinus halepensis</i> : 12,87
<i>Quercus sp. caducifoli</i> : 23,30	<i>Rosmarinus officinalis</i> : 16,71	<i>Ulmus sp.</i> : 7,50
Papilionaceae (Fabaceae): 20,57	<i>Taxus sp.</i> : 11,94	<i>Salix sp./Populus sp.</i> : 5,70

Figura 4.2.6. Present estudi. Unitat de desviació típica dels 6 tàxons més representats als tres jaciments, en relació al nombre absolut dels seus fragments de carbó.



Aquesta diferència entre les unitats de desviació típica per tàxon indica la seva desigual distribució entre les diverses mostres, sobretot a Minferri i Estinclells. El coeficient de variabilitat baix -homogeneïtat de les mostres- manifesta que tot i la presència d'estructures amb valors extrems dels tàxons més abundants, entre la resta de FETs, la distribució d'aquests tàxons és similar (Piqué 1999a: 163).

A Minferri els tàxons amb CV més baixos coincideixen amb *Quercus* sp. perennifoli i *Pistacia lentiscus* que registren una unitat de desviació típica elevada, situant-se en segon i tercer ordre respectivament. Amb això es demostra, per tant, la importància quantitativa d'aquest tàxon entre les estructures i alhora l'homogeneïtat de la seva distribució entre les mostres. La resta de tàxons contempen un CV molt divers -però més alt que el d'aquests dos tàxons-, mostrant la diversitat en la distribució dels tàxons per estructura -independentment a la seva unitat de desviació típica-. Si es compara amb els resultats obtinguts en l'estudi previ es pot observar que aquests dos tàxons presenten un comportament similar, en canvi ara un major nombre de tàxons presenta un CV més alt.

Entre els tàxons identificats als Estinclells *Quercus* sp. caducifoli és el que té la unitat de desviació amb valors més elevats i el CV més baixos, assenyalant per una banda una distribució dels seus fragments heterogènia entre les respectives UEs i a l'hora la seva presència en bona part de les mostres. També cal destacar *Quercus* sp. perennifoli que conté la tercera unitat de desviació més elevada del jaciment i el segon CV, expressant per tant la seva importància quantitativa entre un nombre de mostres significatiu, i l'heterogeneïtat dels seus fragments en cada UE. Finalment, *Pinus halepensis* és la quarta respecte a les unitats de desviació amb un CV elevat, significat una heterogeneïtat, tant en la distribució dels fragments entre les mostres com en el nombre d'UEs amb aquest tàxon. En la resta de tàxons aquest CV és variant.

Amb l'objectiu de mostrar quines unitats d'anàlisi es presenten els valors extrems que poden o no distorsionar els resultats s'apliquen diagrames de caixes -*Box Plot*- (figura 4.2.7). En aquests diagrames totes les dades s'inclouen en percentatges de fragments per la major fiabilitat estadística que a priori representa aquest mètode de mesura. L'ordre dels tàxons de més a menys representats es realitza a través de la unitat de desviació típica calculada a partir la freqüència relativa dels fragments.

El valor extrem més alt a Minferri correspon a *Pinus halepensis* (SJ-137 amb 185 fragments i 3,06% del total de fragments identificats al jaciment -en les dades analitzades en el present treball-). El segueix *Quercus* sp. perennifoli (FR-230 amb 106 fragments i 2,23%), i el tercer tàxon *Pistacia lentiscus*. Els tres tàxons presenten valors extrems a diverses unitats d'anàlisi. Si s'obviessin els valors extrems d'aquests tres tàxons, *Quercus* sp. perennifoli passaria a primer lloc, seguit del que era primer, *Pinus halepensis*, i *Pistacia lentiscus* es mantindria en una tercera

posició. La resta de tàxons que presenten valors extrems són *Acer* sp., *Buxus sempervirens* i *Ulmus* sp. Encara que amb tan sols un únic valor (considerat pel diagrama com extrem) segons la unitat de desviació. Per tant, cal tenir en compte aquests tàxons a l'hora de considerar-los amb una representació significativa.

A Els Vilars *Quercus* sp. perennifoli és el tàxon que presenta valors més extrems, encara que aquests també en presenten a *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia lentiscus* i *Quercus* sp. caducifoli. *Taxus baccata* que ocupa una segona posició només es troba en una sola mostra UE 11583, i per tant no correspon a un dels tàxons més representats. Si s'obviessin els valors extrems dels tàxons més representats segons aquesta unitat i jaciment, *Quercus* sp. perennifoli passaria a primera posició, seguit de *Pistacia lentiscus*, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, Cistaceae i *Quercus* sp. caducifoli, coincidint tots aquests amb els resultats de la resta de mesures.

El tàxon que en tots els casos consta com a més representat a Estinclells sens dubte és *Quercus* sp. caducifoli, el qual tot i tenir valors extrems a 6 de les unitats d'anàlisi, la resta de valors de la caixa supera amb diferència les dades dels altres tàxons identificats al jaciment. Al mateix jaciment el valor més extrem de Papilionaceae –Fabaceae– (UE 759) és més elevat que el del tercer tàxon *Quercus* sp. perennifoli (UE 441), en canvi, en aquest darrer, a més de tenir valors extrems a un major nombre d'unitats d'anàlisi, els límits de la caixa es situen per sobre del segon valor del primer tàxon. Per aquesta raó cal tenir molta cura a l'hora de considerar aquest tàxon com a més representat que *Quercus* sp. perennifoli.

Un altre tàxon a analitzar és *Pinus halepensis* que si bé apareix com el quart més representat segons aquesta unitat de desviació típica, en realitat tan sols es troba a una mostra, UE 352, la qual és elevada però no es considera suficientment significativa com per incloure aquest tàxon entre els 6 més representats d'Estinclells. En aquest cas *Ulmus* sp. ascendiria de posició, considerant-lo com a més significatiu, igual que *Quercus* sp. tot i no considerar-lo en aquest cas com a un tàxon per la possibilitat de pertànyer a *Quercus* sp. perennifoli o *Quercus* sp. caducifoli.

Resumint, les dades analitzades en la descripció taxonòmica i la variabilitat dels tàxons per unitat d'anàlisi demostren unes dades similars en els tres jaciments (figura 4.2.8). Dels tàxons identificats en el present estudi procedents de Minferri els 6 més representats són *Quercus* sp. perennifoli, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, Cistaceae, Papilionaceae (Fabaceae), deixant de banda l'ordre de representació que ocupen en cada tipus d'indicador estudiat.

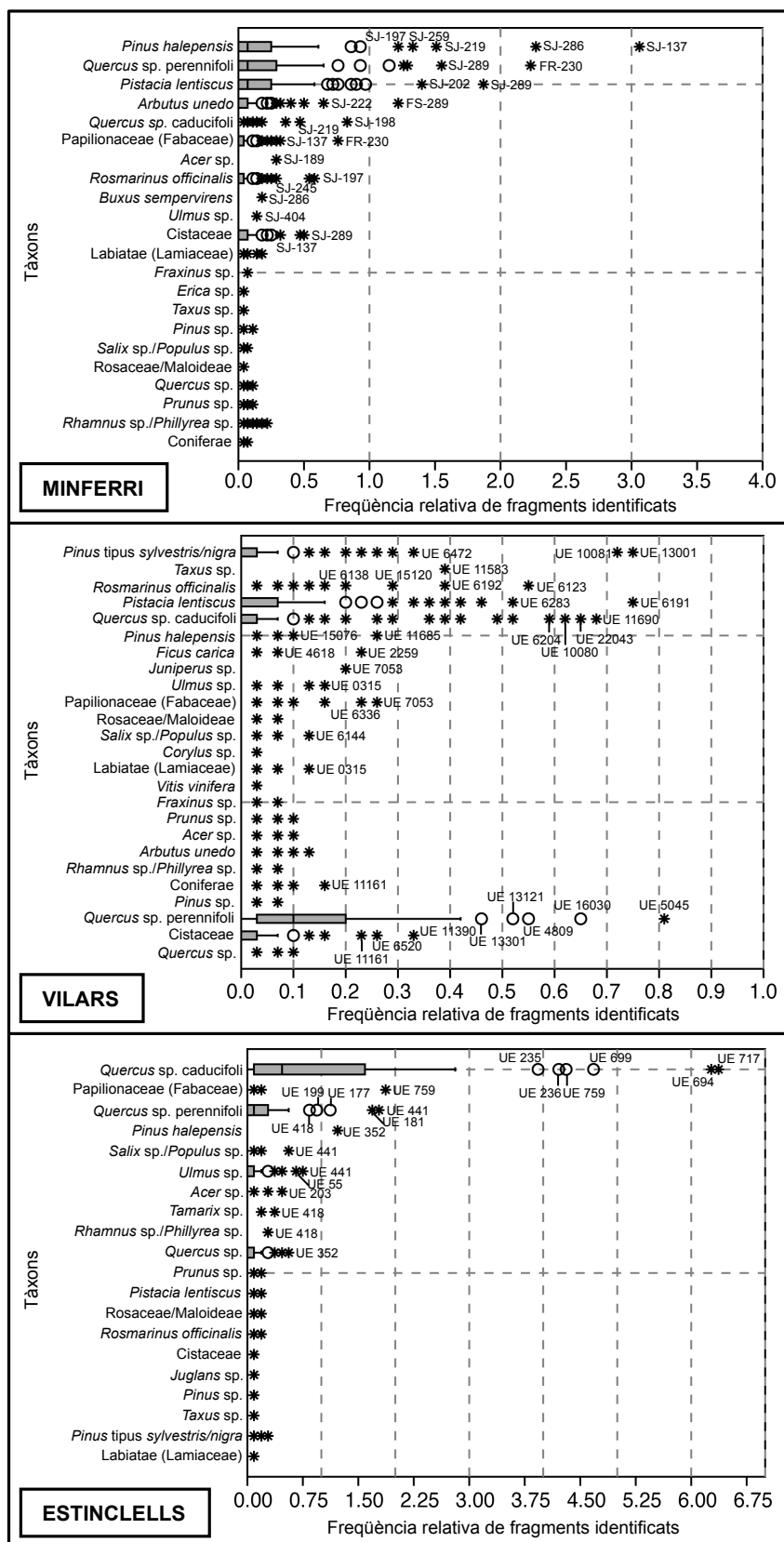


Figura 4.2.7. Present estudi. Diagrames de caixa (*Box Plot*) en els que s'exposa el percentatge del nombre de fragments identificats per unitat d'anàlisi i tàxon dels tres jaciments. Les estructures destacades corresponen a les més extremes de cada tàxon. **De dalt a baix**: de més a menys representats segons el nombre d'unitat de desviació típica de la freqüència relativa dels fragments. Tots els valors situats per damunt del límit interior estan identificats a la gràfica amb un cercle, i els situats per damunt dels límits exteriors amb un asterisc

En aquest jaciment com s'enuncia anteriorment, les dades que cal mirar més atentament són les procedents de la unitat de desviació típica -en base a la freqüència relativa de fragments-, ja que tàxons com *Quercus* sp. caducifoli, *Acer* sp., *Buxus sempervirens* i *Ulmus* sp., en aquesta ocupen una posició elevada, dada que un cop analitzada a fons es demostra que són tàxons menys significatius.

Els 6 tàxons més representats als Vilars segons tots aquests mètodes són *Quercus* sp. perennifoli, *Quercus* sp. caducifoli, *Pistacia lentiscus*, *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*, Cistaceae i *Rosmarinus officinalis*. En aquest jaciment, com en el cas de Minferri, cal tenir en compte la unitat de desviació típica, on *Taxus baccata*. s'identifica com a tàxon més representat però en realitat una única mostra analitzada no és suficient per adjudicar-li aquesta posició.

A Estinçlells els tàxons més representats són *Quercus* sp. caducifoli, *Quercus* sp. perennifoli, *Ulmus* sp., Papilionaceae (Fabaceae), *Salix* sp./*Populus* sp. i *Pinus* tipus *sylvestris/nigra*. *Quercus* sp. (que ocupa el quart lloc) quedaria fora per la raó ja esmentada. La unitat de desviació típica en aquest jaciment també mostra diferències respecta la resta de dades, classificant *Pinus* tipus *sylvestris/nigra* fora dels tàxons més representats, Papilionaceae (Fabaceae) com el segon més representat i incloent *Pinus halepensis* entre les primeres posicions. En canvi, si s'analitzen a fons les dades de cadascun d'aquests tàxons per separat a través de les variables amb les que es calcula aquesta unitat -valor màxim, mitja i desviació típica-, s'observa que l'ordre dels tàxons més representats ja s'observen en la resta de mètodes.

Si comparem la jerarquizació dels tàxons entre l'estudi anterior i l'estudi actual s'observa que en els tres jaciments els millor representats són els mateixos, encara que pot variar la posició:

- En el cas de Minferri es mantenen els quatre tàxons millor representats: *Pinus halepensis*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus* i *Quercus* sp perennifoli. Per aquest jaciment el volum de restes i UEs/FETs analitzats fou força elevat en l'estudi previ amb un total de 147 UEs (42% de les estudiades pel conjunt total del jaciment) i 3.176 restes analitzades (un 46% del total de restes analitzades en el conjunt del jaciment). Per tant podem considerar que el mostreig realitzat en l'estudi actual coincideix força bé pel que fa als resultats a nivell global.
- Pel jaciment dels Vilars es mantenen només els dos primers tàxons millor representats: *Quercus* sp perennifoli i *Quercus* sp caducifoli. En aquest cas l'estudi previ es va fer sobre una mostra molt reduïda, només 35 UEs i 623 restes (que representen un 10% de les UEs i un 11% de les restes del conjunt del jaciment). La major divergència en els resultats pot ser per tant reflex de la poca representativitat de la mostra estudiada prèviament.

- Finalment en el cas d'Estinçlells també es mantenen els tres primers: *Quercus* sp caducifoli, *Quercus* sp perennifoli i *Ulmus* sp. En aquest cas el nombre de UEs és de 23 i el nombre de fragments 596, que representen el 28 i el 35% del conjunt de mostres i restes del jaciment. Per tant per Estinçlells encara que hi ha major coincidència en els resultats, també es veuen certes diferències que podrien ser resultat de la poca representativitat de la mostra estudiada prèviament.

Les diferències i similituds entre els dos estudis semblen indicar que per aconseguir dades prou representatives el problema no és tant estudiar la totalitat o un nombre fix de restes per mostra, sinó estudiar un nombre de UEs/FETs prou representatiu de la població en estudi. Així en el jaciment on s'havien estudiat un major nombre de mostres seguint cada tipus de mostreig hi ha més similitud, mentre que la major divergència es troba en els jaciments on s'havia fet prèviament un estudi basat en un nombre de mostres reduït.

#### **4.2.2. Anàlisi de la incidència de l'estudi d'un nombre fix de fragments per mostra en la variabilitat taxonòmica**

Per verificar el pes del mostreig basat en un nombre fix de restes en els resultats és necessari determinar la seva representativitat. Amb aquest objectiu s'ha comparat en una sèrie de mostres els resultats obtinguts segons si s'analitzava un nombre de 25 fragments o una quantitat superior.

Cal recordar que les mostres estudiades dels tres jaciments en el present treball es poden agrupar en tres casos diferents pel que fa al mostreig -amb els fragments indeterminats/bles taxonòmicament- (*vid.* apartat 3.3.4.2):

- Mostres en les que s'han analitzat <25 fragments degut a que la mostra no contenia més restes.
- Mostres en que s'ha fet l'anàlisi de 25 carbons (nombre fix preestablert en aquest estudi).
- Mostres en que s'ha fet l'anàlisi de >25 fragments. En aquestes s'han aplicat les *corbes d'esforç-rendiment* com a mostres de control taxonòmic.

A Minferri, de les 200 mostres (UEs) estudiades en el present estudi, a 111 UEs (55,5%) s'analitzen <25 fragments de carbó, a 54 UEs (27%) 25 fragments i a 35 UEs (17,5%) >25 fragments. De les 294 mostres analitzades d'Els Vilars, a 152 UEs (51,70%) s'estudien <25 fragments, a 130 UEs (44,21%) 25 fragments i a 12 UEs (4,08%) >25 fragments. De les 57 mostres d'Estinçlells, 32 UEs (56,14%) tenen <25 fragments, 15 UEs (26,31%) 25 fragments analitzats i 10 UEs (17,54%) >25 fragments (figures 4.2.9).

Ordre dels tàxons de més a menys representats (de d'alt a baix) respecte diferents mesures						
MINFERRI						
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)	
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.			
1	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Pinus halepensis</i>
2	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
3	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
4	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>
5	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	<i>Quercus</i> sp. caducifoli *
6	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)
7	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
8	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	Cistaceae
9	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Coniferae	Coniferae	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Acer</i> sp. *
10	Coniferae	Coniferae	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Coniferae	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
11	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Buxus sempervirens</i> *
12	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)
13	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Quercus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp. *
14	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.
15	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.
16	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Buxus sempervirens</i>	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Prunus</i> sp.
17	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.
18	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
19	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	Rosaceae/Maloideae	Coniferae
20	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Erica</i> sp.
21	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.
22	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	Rosaceae/Maloideae

VILARS						
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)	
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.			
1	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
2	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
3	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
4	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	Cistaceae	Cistaceae	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
5	Cistaceae	Cistaceae	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	Cistaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>
6	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Taxus</i> sp. *
7	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	Cistaceae
8	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Quercus</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>
9	Coniferae	Coniferae	Coniferae	Coniferae	Coniferae	Papilionaceae (Fabaceae)
10	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Ficus carica</i>
11	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Juniperus</i> sp.
12	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.
13	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	Coniferae
14	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
15	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)
16	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Arbutus unedo</i>
17	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.
18	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Acer</i> sp.
19	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.
20	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Ficus carica</i>	Rosaceae/Maloideae
21	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Fraxinus</i> sp.
22	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
23	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	Rosaceae/Maloideae	<i>Pinus</i> sp.
24	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Corylus</i> sp.
25	<i>Corylus</i> sp.	<i>Corylus</i> sp.	<i>Corylus</i> sp.	<i>Corylus</i> sp.	<i>Corylus</i> sp.	<i>Vitis vinifera</i>

ESTINCLELLS						
Freqüència absoluta		Freqüència relativa		Mitja	Unitat de desviació típica (de la freq. absoluta)	
Nombre absolut	Nombre de fragments	Ubiquïtat	Índex d'abund. relat.			
1	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
2	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	Papilionaceae (Fabaceae) *
3	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
4	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i> *
5	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Ulmus</i> sp.
6	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
7	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Quercus</i> sp.
8	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Acer</i> sp.
9	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Acer</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.
10	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
11	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
12	Rosaceae/Maloideae	Rosaceae/Maloideae	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.	Rosaceae/Maloideae	<i>Prunus</i> sp.
13	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
14	<i>Prunus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae/Maloideae
15	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
16	Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Taxus</i> sp.
17	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae
18	<i>Juglans</i> sp.	<i>Juglans</i> sp.	<i>Juglans</i> sp.	<i>Juglans</i> sp.	<i>Juglans</i> sp.	<i>Juglans</i> sp.
19	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i> sp.
20	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	<i>Taxus</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)

Figura 4.2.8. Pàgina anterior. Present estudi. Ordre dels tàxons de més a menys representats, segons diferents mètodes. En la mateixa tonalitat de color s'indiquen els tàxons que ocupen el mateix ordre entre els diversos mètodes. En blanc els que guarden diferent posició entre ambdues freqüències. \*Espècies descartades de les més representades.

En els tres jaciments, la mitja de tàxons per mostra és baixa en el grup <25 fragments analitzats respecte els altres dos grups. En canvi, entre la mitja de tàxons per les mostres amb 25 fragments i les que tenen >25 s'observa un lleu augment. No obstant això, la diferència pel que fa a la quantitat de tàxons entre els tres grups no és gaire remarcable, i encara menys entre els de 25 fragments per mostra i >25 fragments.

Cal tenir en compte que, tot i augmentar el nombre de tàxons en les mostres amb >25 fragments, el nombre de mostres és molt menor a la de 25 fragments -sobretot a Minferri i Vilars, respecte el total de mostres-. L'objectiu aquí no és equilibrar el nombre de mostres que inclou cada grup de fragments sinó que el darrer (>25 fragments) serveix com a medi de comprovació de cada jaciment a través de proves de significació com són les *corbes d'esforç-rendiment*.

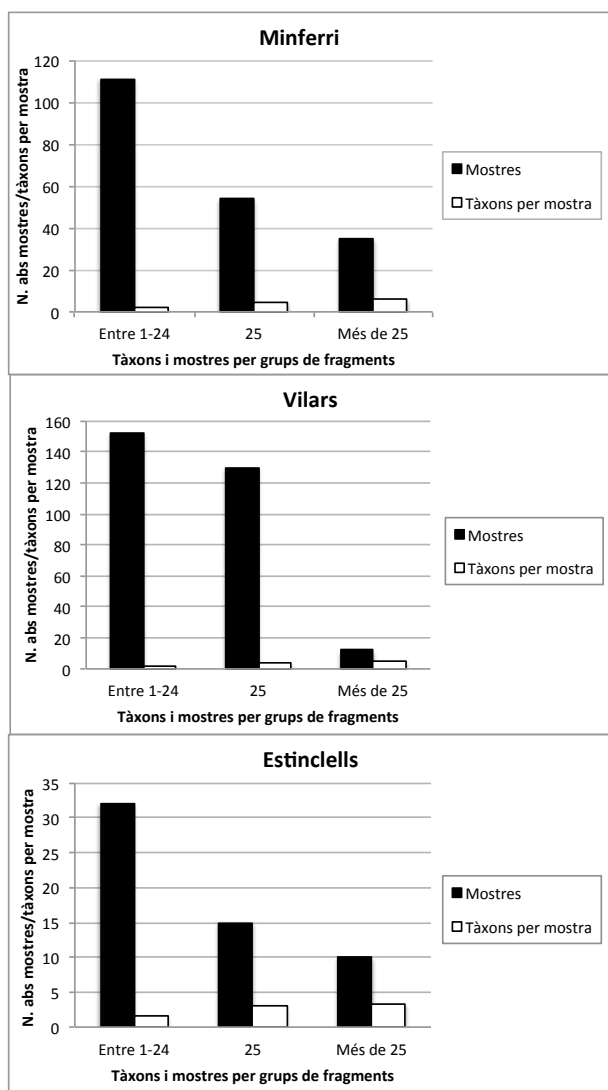


Figura 4.2.9. Present estudi. Nombre absolut de mostres i mitja dels tàxons per mostra dels tres jaciments analitzats en el present estudi.

Per esbrinar el grau de pèrdua taxonòmica, per cada mostra amb >25 fragments s'ha calculat el percentatge de tàxons apareguts entre els primers 25 fragments en relació als que apareixen quan s'estudien >25 fragments. Atès que el nombre de fragments analitzats en les mostres amb >25 fragments és variable a les diferents UEs, s'ha calculat la mitja d'aquest darrer percentatge. El que permet tenir una dada general i global de totes les mostres amb >25 fragments analitzades de cada jaciment (figura 4.2.10).

Els tres jaciments tenen un percentatge de tàxons apareguts en els primers 25 fragments superior al 90% (Minferri 91,13% i Estinclells 91,07%), destacant el cas dels Vilars amb un percentatge major (93,39%). Així es pot considerar demostrat que la gran majoria de tàxons es troben identificats dins el nombre fix de carbons preestablert en el present estudi.

DADES ANTRACOLÒGIQUES DEL PRESENT ESTUDI EN RELACIÓ ALS GRUPS DE FRAGMENTS										
Jaciments		MINFERRI			VILARS			ESTINCLELLS		
Dades totals	Nombre de mostres	200			294			57		
	Nombre de fragments analitzats	3.698			5.022			1.148		
	Nombre de fragments identificats	2.781			3.071			1.068		
Dades respecte el grup de nombre de fragments analitzats per mostra	Grups de fragments	<25	25	>25	<25	25	>25	<25	25	>25
	Nombre de mostres	111	54	35	152	130	12	32	15	10
		(55,5%)	(27%)	(17,7 %)	(51,7%)	(44,21%)	(4,08%)	(56,14%)	(26,31%)	(17,54%)
	Nombre de fragments	959	247	207	1.209	3.250	563	220	375	553
		(25,93%)	(36,50%)	(37,56%)	(24,07%)	(64,71%)	(11,21%)	(19,16%)	(32,66%)	(48,17%)
	Suma de tàxons	242	1.350	1.389	290	492	62	55	45	33
	Mitja de tàxons per mostra	2,18	4,57	5,91	1,91	3,78	5,16	1,71	3	3,3
	Mitja de fragments per mostra	8,63	25	39,68	7,95	25	46,91	6,87	25	55,3
Mitja dels % d'aparició de nous tàxons en els primers 25 fragments de carbó (segons les corbes d'esforç-rendiment) de carbó analitzats	91,13%			93,39%			91,07%			

Figura 4.2.10. Present estudi. Resum de les dades antracològiques analitzades al present estudi i jaciments. Part superior dades totals de cada jaciment. Part inferior dades respecte el grup de nombre de fragments analitzats per mostra.

Entre els 19 tàxons de Minferri identificats en el present estudi tan sols 3 no es registren en les mostres amb <25 i 25 fragments, i sí a >25 carbons (*Buxus sempervirens*, *Erica* sp. i Rosaceae/Maloideae) (figura 4.2.11). Els 5 fragments pertanyents al primer tàxon apareixen en un nombre menor a 25 carbons analitzats (número de fragment: 1, 4, 5, 6 i 13) (figura 4.2.12). L'únic carbó d'*Erica* sp. es determina en el fragment número 25 respecte la resta d'analitzats a la mateixa mostra; i els 3 carbons de Rosaceae/Maloideae en 3 mostres diferents però en el nombre d'aparició 2, 18 i 16. Per tant, en aquestes proves de comprovació de Minferri es corrobora una inexistent pèrdua en l'anàlisi de 25 fragments respecte l'absència/presència de tàxons.

Dels 22 tàxons identificats a Els Vilars tan sols dos es documenten en les mostres amb >25 carbons (*Corylus* sp. i *Juniperus* sp.). L'únic fragment del primer tàxon identificat a la banqueta



BQ-480 (UE 6265) apareix en la posició 24 respecte el total de carbons analitzats en el total de la mostra, i *Juniperus* sp. es registra en 6 fragments, el primer en el número 22.

A Estinclells es documenten 18 tàxons, dels quals dos es registren en les mostres amb >25 carbons -*Rhamnus* sp./*Phillyrea* sp. i *Tamarix* sp.-. Els 3 fragments del primer tàxon es determinen en carbons amb nombre d'aparició menor als 25 fragments. Dels 6 carbons de *Tamarix* sp. dos s'identifiquen en un nombre de fragment menor a 25 carbons, posició suficient per verificar la presència d'aquest tàxon entre el nombre fix aplicat en el present estudi.

Per tant, aquestes proves de comprovació realitzades a través de les *corbes d'esforç-rendiment* de les mostres amb més de 25 fragments analitzats demostren la inexistència d'una pèrdua taxonòmica relacionada amb l'absència/presència dels tàxons. Considerant que 25 fragments en aquests jaciments i mostres són suficients per transmetre un ventall taxonòmic representatiu, si més no en el pla qualitatiu.

Tot i que la pèrdua d'informació en l'establiment d'un nombre fix de fragments és inevitable en les mostres analitzades, cal valorar la informació que proporciona l'estudi d'una quantitat major de mostres en comparació a una quantitat menor de mostres amb més fragments analitzats. Ara bé, cal tenir en compte que en tota anàlisi antracològica la pèrdua d'informació tant paleopaisatgística com paleoeconòmica és inevitable, independentment del mètode d'estudi que s'apliqui. L'important en aquest cas és aplicar un mètode que s'adapti a les necessitats de cada treball i per tant objecte d'estudi.

Tàxon	MINFERRI			VILARS			ESTINCLELLS		
	<25	25	>25	<25	25	>25	<25	25	>25
<i>Acer</i> sp.	8	0	0	1	16	1	2	6	4
<i>Arbutus unedo</i>	49	81	86	8	17	5	-	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	0	0	5	-	-	-	-	-	-
Cistaceae	27	58	60	52	169	27	1	0	0
Coniferae	14	6	9	11	21	7	-	-	-
<i>Corylus</i> sp.	-	-	-	0	0	1	-	-	-
<i>Erica</i> sp.	0	0	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus carica</i>	-	-	-	4	7	0	-	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	0	2	0	2	5	0	-	-	-
<i>Juglans</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0	1	0
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	0	0	6	-	-	-
Labiatae (Lamiaceae)	5	6	3	1	15	1	1	0	1
Papilionaceae (Fabaceae)	22	77	36	9	42	11	5	0	23
<i>Pinus</i> sp.	0	6	0	2	9	1	0	1	0
<i>Pinus halepensis</i>	145	206	308	2	15	0	0	13	0
<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	-	-	-	60	193	14	5	6	2
<i>Pistacia lentiscus</i>	146	236	191	104	260	68	3	1	0
<i>Prunus</i> sp.	1	8	3	3	13	2	1	2	0
<i>Quercus</i> sp.	6	0	5	21	29	8	6	21	9
<i>Quercus</i> sp. caducifoli	11	49	34	87	281	92	103	210	425
<i>Quercus</i> sp. perennifoli	167	261	253	273	814	82	38	52	38
<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	8	22	17	2	10	0	0	0	3
Rosaceae/Maloideae	0	0	3	0	3	0	2	2	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	22	45	63	23	90	30	1	1	2
<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	2	2	1	4	8	0	0	5	11
<i>Tamarix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0	0	6
<i>Taxus baccata</i>	0	1	0	12	0	0	0	1	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	4	0	2	11	2	17	25	12
<i>Vitis vinifera</i>	-	-	-	1	1	0	-	-	-

Figura 4.2.11. Present estudi. Resultats antracològics per grups de fragments dels tres jaciments, destacant els tàxons identificats només en les mostres amb >25 carbons.

MINFERRI				
Tàxons	N. fragments	UE	FET	Posició
<i>Buxus sempervirens</i>	5	8397	SJ-286	<u>1</u> , 4, 5, 6, 13
<i>Erica</i> sp.	1	8238	SJ-240	<u>25</u>
	1	8029	SJ-194	<u>2</u>
Rosaceae/Maloideae	1	8133	SJ-202	<u>18</u>
	1	8268	SJ-222	<u>16</u>
VILARS				
Tàxons	N. Fragments	UE	FET	Posició
<i>Corylus</i> sp.	1	6265	BQ-480	<u>24</u>
<i>Juniperus</i> sp.	1	7053	-	<u>22</u> , 28, 30,31, 39, 41
ESTINCLELLS				
Tàxons	N. Fragments	UE	FET	Posició
<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	3	418	-	<u>12</u> , 14, 18
	6	567	-	<u>12</u> , 27
<i>Tamarix</i> sp.		418	-	<u>6</u> , 17, 30, 41

Figura 4.2.12. Present estudi. Posició d'identificació que ocupen els fragments dels tàxons identificats tan sols en les mostres amb >25 carbons.

### 4.3. Discussió i conclusions dels resultats metodològics

L'anàlisi dels resultats antracològics dels tres jaciments i dels dos mètodes per separat i la seva comparació manifesten la no relació entre el nombre de fragments analitzats, identificats i el nombre de tàxons, demostrant que un nombre determinat o no de fragments per mostra no influeix sobre el nombre de tàxons identificats en aquests jaciments.

Entre els diversos mètodes de mesura directa -freqüència absoluta i relativa dels fragments- i indirecta -ubiquïtat i índex d'abundància relativa-, i l'estadística descriptiva a través de la que s'analitza la variabilitat taxonòmica de les dades per estructura -Minferri- i unitat estratigràfica -Vilars i Estinclells-, es conclou que tot i determinades diferències entre elles, la totalitat de dades mostren uns resultats significativament coincidents. Els valors de la unitat de desviació típica són els que disten més a la resta, fet que es resol analitzant per separat els components a través dels què es calcula el seu valor -valor màxim de fragments per estructura, mitja de fragments per estructura i desviació típica-. Amb això es descobreix quins són els tàxons amb valors extrems que distorsionen les dades i quins no.

Un cop analitzats aquests resultats per separat i a través de tots aquests mètodes, es demostra que la freqüència relativa dels fragments és una eina fiable tant per mostrar uns resultats vàlids (considerant les limitacions de la disciplina) com per la seva senzilla aplicació. Per tant, la comparació dels resultats taxonòmics obtinguts en estudis anteriors i en el present treball realitzada aquí es basa en aquesta freqüència.

Les diferències dels resultats d'aquest mètode respecte els estudis anteriors i el present estudi són considerables (figura 4.3.1), degut en part al divergent nombre de fragments i UEs analitzats en cada cas. L'absència/presència de tàxons és desigual en els tres jaciments però sobretot a Els Vilars i a Els Estinclells en els que el nombre de carbons en cada mètode és més dissimilar.

Pel contrari els 6 tàxons considerats com a més representats guarden gran similitud entre els resultats dels dos mètodes -anterior i present a aquest treball-, tant en la seva presència/absència com en la seva posició. A excepció dels Estinclells on *Ficus carica* en els estudis anteriors esdevé el cinquè tàxon més representat i, en canvi, no s'identifica en el present estudi, i a l'inrevés de Papilionaceae -Fabaceae- que ocupant la mateixa posició en el present estudi no es registra en els estudis anteriors. *Quercus* sp. en aquest cas i jaciment no es compta com a un tàxon per la possibilitat de pertànyer a altres del mateix gènere ja determinats -*Quercus* sp. caducifoli i *Quercus* sp. perennifoli-.

Ordre dels tàxons de més a menys representats (de d'alt a baix) respecte la freqüència relativa dels fragments identificats					
MINFERRI		VILARS		ESTINCLELLS	
Estudis anteriors	Present estudi	Estudis anteriors	Present estudi	Estudis anteriors	Present estudi
1 <i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli
2 <i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Quercus</i> sp. perennifoli
3 <i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Ulmus</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.
4 <i>Quercus</i> sp. perennifoli	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.	<del><i>Quercus</i> sp.</del>
5 <i>Quercus</i> sp. caducifoli	Cistaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Cistaceae	<i>Ficus carica</i>	Papilionaceae (Fabaceae)
6 <i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Acer</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.
7 <i>Prunus</i> sp.	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Arbutus unedo</i>	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>
8 <i>Pinus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp. caducifoli	Rosaceae/Maloideae	<i>Quercus</i> sp.	<i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus halepensis</i>
9 Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Cistaceae	Coniferae	Rosaceae/Maloideae	<i>Acer</i> sp.
10 <i>Rosmarinus officinalis</i>	Coniferae	<i>Erica</i> sp.	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Tamarix</i> sp.
11 Labiatae (Lamiaceae)	Labiatae (Lamiaceae)	<i>Tamarix</i> sp.	<i>Acer</i> sp.		<i>Pistacia lentiscus</i>
12 <i>Quercus</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Prunus</i> sp.		Rosaceae/Maloideae
13 <i>Fraxinus</i> sp.	<i>Quercus</i> sp.	<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.	Labiatae (Lamiaceae)		<i>Rosmarinus officinalis</i>
14 Cistaceae	<i>Acer</i> sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Pinus halepensis</i>		<i>Prunus</i> sp.
15 <i>Pinus tipus sylvestris/nigra</i>	<i>Pinus</i> sp.		<i>Ulmus</i> sp.		<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.
16 Rosaceae/Maloideae	<i>Buxus sempervirens</i>		<i>Pinus</i> sp.		Labiatae (Lamiaceae)
17 <i>Ulmus</i> sp.	<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.		<i>Rhamnus</i> sp./ <i>Phillyrea</i> sp.		Cistaceae
18 <i>Tamarix</i> sp.	<i>Ulmus</i> sp.		<i>Salix</i> sp./ <i>Populus</i> sp.		<i>Juglans</i> sp.
19 Monocotyledoneae	Rosaceae/Maloideae		<i>Taxus baccata</i>		<i>Pinus</i> sp.
20 cf. <i>Olea europaea</i>	<i>Fraxinus</i> sp.		<i>Ficus carica</i>		<i>Taxus baccata</i>
21 <i>Acer</i> sp.	<i>Erica</i> sp.		<i>Fraxinus</i> sp.		
22 <i>Alnus</i> sp.	<i>Taxus baccata</i>		<i>Juniperus</i> sp.		
23 cf. <i>Berberis</i> sp.			Rosaceae/Maloideae		
24 <i>Erica</i> sp.			<i>Vitis vinifera</i>		
25			<i>Corylus</i> sp.		

Figura 4.3.1. Ordre que ocupen els tàxons segons la freqüència relativa dels fragments identificats en els estudis anteriors i en el present estudi.

Per altra banda, l'anàlisi del nombre fix de fragments per mostra aplicat en el present treball i els tres jaciments objecte d'estudi, no significa una pèrdua d'informació respecte l'absència/presència de tàxons -a nivell de jaciment-, ja que la totalitat de proves de comprovació (*corbes d'esforç-rendiment*) realitzades en les mostres amb més de 25 fragments analitzats demostren que tots els tàxons s'identifiquen en posicions menors o iguals a aquesta quantitat de fragments.

L'aplicació d'aquest mètode, per tant, no afecta tant a la presència/absència taxonòmica com a la representació quantitativa i per tant la representació de cada tàxon. No obstant això, com s'assenyala anteriorment, els tàxons més significatius es mantenen en els dos tipus de mostreig.

Cal tenir present a més que un baix nombre de mostres analitzades també distorsiona els resultats i no proporciona una visió general del jaciment. Per tant, el que és realment significatiu és tenir uns objectius concrets clars i aplicar un mètode d'estudi que tracti de complir-los, independentment al nombre de fragments per mostra a analitzar.

Finalitzant, les diferències en la metodologia d'anàlisi aplicada en els estudis anteriors i en el present treball, demostren que tot i les seves divergències els seus resultats són comparables. Per una banda degut a la fiabilitat de les dades comprovada en cada mètode per separat, a través de diverses mesures que indiquen un ordre molt similar en la representació de cada tàxon i jaciment. Per l'altra, per la validació dels resultats taxonòmics obtinguts de l'anàlisi d'un nombre fix de fragments per mostra preestablert, possibilitant la unió dels resultats antracològics d'ambdós mètodes per a la seva posterior interpretació -tant paleopaisatgística com paleoeconòmica-.

