

Dossiers. Aquesta secció té com a objectiu l'aprofundiment en certs aspectes més tècnics de la nostra tasca diària. D'aquesta manera, persones que vinguin de la pròpia disciplina o d'altres camps científics relacionats amb l'Arqueologia podran donar a conèixer novetats, consells...; en definitiva, aspectes molt concrets de les seves especialitats, que complementin la nostra formació estrictament arqueològica. Tot i que està inicialment pensat per a tots els nivells acadèmics/professionals, creiem que podrà ser especialment útil per aquells que encara no tinguin una experiència prou àmplia.

Introducció a l'antracologia: mètodes i tècniques

Laura Obea

laura.obea87@gmail.com

RESUM

La recuperació i estudi de les restes antracològiques en jaciments arqueològics és actualment una pràctica estesa entre els equips d'investigació gràcies al potencial d'informació que aquestes ofereixen. Malgrat això, encara trobem molts estudis on l'anàlisi de les restes carbonitzades no és més que un annex al final de la memòria sense cap vinculació aparent amb el plantejament inicial del projecte. Aquí volem fer una introducció teòrica i metodològica a la disciplina partint de la premisa que cal un enfocament multidisciplinar dels projectes d'investigació des d'un bon principi..

Paraules Clau:

Antracologia, paleobotànica, enfocament multidisciplinar, combustible

ABSTRACT

The recovery and analysis of the anthracological remains in archaeological sites is a current practice among the research teams because of the potential information they can provide. However, we still find a lot of studies in which the analysis of the charred remains is nothing more than some pages at the end of the file, apparently, without any relation with the initial project. Here, we want to present a theoretical and methodological introduction to the discipline starting with the premise that it is necessary a multidisciplinary approach from the research teams.

Keywords:

Anthracology, Paleobotany, multidisciplinary approach, fuel

La paleobotànica és la disciplina que estudia les plantes que visqueren en el passat per tal de reconstruir el paisatge i els canvis que ha anat patint al llarg dels anys (Hastorf, 1999). A mesura que ha anat avançant la investi-

gació, han anat apareixent i desenvolupant-se tot un seguit d'altres disciplines emmarcades dins de la paleobotànica i que es diferencien pel tipus de resta vegetal objecte d'estudi

(palinologia, fitolitolologia, carpologia, antracologia, etc.) i que han permès aprofundir en la informació que aquestes ens ofereixen. Per a una reconstrucció de la vegetació el més completa i fidedigna possible cal tenir en compte les dades que ens ofereixen cadascuna de les disciplines esmentades així com les limitacions que presenten cadascuna d'elles. És per això que una de les principals característiques dels estudis paleobotànics és la interdisciplinarietat.

En arqueologia, aquest tipus d'estudis han anat tenint cada cop més pes degut a l'interès creixent dels equips de recerca per entendre l'entorn en el qual les societats humanes es van desenvolupar, i la relació que existia entre les unes i l'altre. Aquests estudis cada vegada es troben més integrats en la recerca arqueològica fins arribar a formar part del mateix procés d'investigació. Això s'ha anat esdevenint a mesura que es va tenint més en consideració, per part dels equips de recerca, el paper que les plantes han jugat (i encara juguen) en el desenvolupament de les societats humanes.

Entenem les societats com entitats productives (Castro *et al.*, 1996) en tant que mantenen l'existència a partir de la reproducció i les pràctiques socials les quals posen en relació homes, dones i condicions materials (Castro *et al.*, 1998). Per a l'estudi de

les societats del passat recuperem les restes materials provinents dels jaciments perquè ens donaran informació sobre els efectes de l'activitat social i del medi ambient on aquesta es realitza pel seu paper d'element condicionant i no determinant. És per això que, independentment del debat generat sobre el posicionament en l'enfocament de les dades paleoambientals, nosaltres anomenem arqueobotànica a l'estudi de tot tipus de restes vegetals recuperades en contextos arqueològics amb la finalitat d'estudiar les transformacions que han tingut lloc en el medi en relació a les pràctiques socials (Buxó i Piqué, 2008; Celma, 2009; Lapi, 2009).

Una de les disciplines que s'inclouen dins l'arqueobotànica és l'antracologia (del grec *antrax-cos*: "carbó"), la qual estudia les restes de fusta carbonitzada localitzada en jaciments arqueològics. La identificació dels carbons es dur a terme a través de l'observació dels tres plans anatòmics de la fusta (transversal, tangencial i radial) (Piqué 1999; Solari, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2005; Euba, 2008; Celma, 2009; García Martínez, 2009; Cunill, 2010; Caruso Fermé, 2012; Picornell, 2012; Martín Seijo, 2013). Aquesta observació permet la seva determinació taxonòmica així com l'anàlisi d'alteracions i anomalies en l'anatomia que ens permetran acostar-nos a l'estat de la fusta quan

va ser cremada. Cal diferenciar-la de la pedoantracologia, que s'encarrega de l'estudi dels carbons provinents d'incendis naturals i, tot i que ens pot ajudar a entendre la gestió del paisatge que van fer les societats del passat a nivell macro (Cunill, 2010), aquesta darrera té un enfocament generalment ecològic.

L'interès per l'estudi de les restes carbonitzades va començar a la segona meitat del segle XIX, tot i que no va ser fins el tombant de segle que es van dur a terme les primeres anàlisis (Carrion, 2005; Euba, 2008; García Martínez, 2009; Picornell, 2012). A la dècada dels 60 del segle XX es va desenvolupar una metodologia més ràpida i efectiva que va equilibrar la relació entre l'esforç i els resultats (cap a una vessant més interpretativa) i va permetre que aquests estudis es generalitzessin. A partir d'aquí, el carbó va anar adquirint importància com a material arqueològic, també gràcies al seu paper en les datacions per C14 (Heizer, 1963). J.L. Vernet (1973), exponent de la paleobotànica en aquest moment, va ser un dels investigadors que va establir les bases del nou mètode analític amb l'observació dels tres plans anatòmics a través del microscopi òptic de llum reflectida, cosa que permetia el trencament manual dels carbons. A partir d'aquest moment i amb l'aparició de nous investigadors/es amb punts de

partida diferents es van anar generant diferents branques dins de l'antracologia que es poden emmarcar en dues direccions diferenciades. Per una banda, l'escola europea, amb investigacions de caire més ecològic en la línia que seguia la palinologia (Vernet, 1988; Marziani et al., 1991) i, per l'altra, l'escola anglosaxona amb un enfocament de caire més social (Pearsall, 1989; Chabal, 1992; Hastorf, 1999).

En aquest sentit, i ja entrats al segle XXI, cada cop més investigadors/es del camp de l'antracologia prioritzen més el fet d'acostar-se també a la gestió i consum del combustible i el material llenyós per part de les societats humanes, que no pas quedar-se únicament amb la informació paleoambiental que ens ofereixen les restes de fusta carbonitzada. Cal tenir en compte que l'objecte d'estudi de la investigació arqueològica són les societats humanes del passat i que l'anàlisi antracològica s'insereix en aquesta investigació. Per això és imprescindible que el plantejament teòric es faci de manera conjunta ja que aquest condicionarà el desenvolupament de la metodologia i la posterior interpretació de les dades.

Metodologia d'anàlisi

El desenvolupament i implementació d'una metodologia efectiva de la disciplina tant al camp com al laboratori

ens permetrà respondre les preguntes arqueològiques plantejades de manera precisa (Hastorf, 1999). És per això que la persona especialista ha de ser present durant tot el procés d'investigació, tant pel que fa al plantejament com al seu desenvolupament al camp per tal que la recollida de les restes sigui sistemàtica i dirigida.

Els carbons que recuperem en una excavació són el residu de la combustió de la fusta, de manera que la seva presència dependrà de com s'ha dut a terme aquest procés, intencionat o casual. La carbonització de la fusta es dona en la tercera fase del procés de combustió, després que hagin tingut lloc les fases de deshidratació (fins els 170°C) i de torrefacció (fins els 270°C) on es perd un 35% de la massa total degut a l'eliminació del vapor d'aigua, el gas carbònic i altres compostos químics. Llavors, té lloc la fase de carbonització o piròlisi, quan té lloc la ignició, que implica la degradació de la cel·lulosa i la lignina. És en aquesta fase que el carbó pot seguir elevant la seva temperatura fins els 500°C, moment en el que té lloc la fase de comburació i la conversió del carbó en cendres residuals. Existeixen, però, diferents factors que aturen l'arribada d'oxigen a la fusta quan aquesta està en el procés de piròlisi i, així, permeten la conservació dels carbons (Allué, 2002 i García Martínez, 2009). Aquesta aturada pot ser

casual, segons les condicions en les que tingui lloc el foc, però també pot ser intencional, segons les pautes de comportament domèstic del grup. Aquestes són les que condicionaran la finalitat del foc, la localització del mateix i la gestió del combustible. Aquest procés pot variar segons el taxó i l'estat de la fusta, cosa que pot afectar als criteris de selecció del combustible per part de les societats humanes de cara a aconseguir uns valors calorífics determinats per a les activitats requerides (Celma, 2009; Caruso Fermé, 2012). L'aportació diferenciada d'oxigen al procés permet controlar la fase de piròlisi i manipular la temperatura segons la funcionalitat del foc. Existeixen diferents tipus de combustió, tot i que per a contextos pre-industrials només cal tenir-ne en compte dos, la combustió lenta i la combustió ràpida.

A l'excavació

Degut a les característiques de les restes llenyoses no és possible ni efectiu treballar amb la totalitat dels fragments de carbó de manera que esdevé imprescindible elaborar una estratègia per a la recollida de les mostres. Aquesta caldrà elaborar-la en el moment en què es plantegi la investigació, prèviament al treball de camp, tot i que haurà de ser flexible per tal d'adaptar-la a les circumstàncies que s'esdevinguin del mateix. S'hauran de tenir en compte les condicions de

l'emplaçament del jaciment arqueològic i els recursos per a la intervenció perquè la recollida de les mostres sovint implica el moviment de volums de terra considerables.

De cara a una bona representativitat del material antracològic, l'estratègia de mostreig haurà de contemplar actuacions que evitin, per exemple, el biaix a causa de la mida dels fragments. Per això, la recollida a mà de les restes en el moment de l'excavació s'ha de complementar amb el garbellat del sediment i la presa de mostres de terra que també ens permetran recuperar i analitzar els elements de menor mida. Els darrers estudis antracològics (Piqué 1999; Solari, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2005; Euba, 2008; Celma, 2009; García Martínez, 2009; Cunill, 2010; Caruso Fermé; 2012; Picornell, 2012; Martín Seijo, 2013), per tal de recuperar les restes més petites, coincideixen en garbellar en sec tot el sediment amb sedassos de 4-5mm de llum de malla a més de recollir-ne una part proporcional de cada unitat estratigràfica per al seu processat al laboratori. D'aquelles que, per les seves característiques, es consideri que tenen un potencial d'informació elevat¹, se'n guardarà la totalitat, mentre que de la resta n'hi ha prou amb un 10% (Gassiot *et al.*, 2005; Gassiot *et al.*, 2010; Celma, 2009). També s'enregistrà la disposició dels fragments de carbó dins de

la unitat estratigràfica.

Pel que fa a la conservació i transport de les restes i tenint en compte la seva fragilitat, el més adient serà conservar-les en recipients de plàstic rígids per evitar la seva fragmentació durant els desplaçaments. També es poden utilitzar bosses de plàstic però sempre vigilant la seva manipulació. Tan bon punt sigui possible, els carbons es deixaran assecar per tal que perdin la humitat retinguda, ja que aquesta els fa més fràgils. Aquest assecatge es farà de manera gradual en un lloc ventilat i sense sol directe per evitar la seva fragmentació (Vernet, 1988; Solari, 2000; Caruso, 2012).

Al laboratori

Al laboratori cal tractar les mostres de terra recollides al camp per tal de recuperar els fragments més petits. Segons la quantitat de sediment que calgui processar així com el tipus de restes que es vulguin recuperar, existeixen diferents tècniques que es poden utilitzar. La més comuna és la flotació amb màquina perquè permet treballar grans volums en poc temps (Piqué 1999; Solari, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2005; Euba, 2008; Celma, 2009; García Martínez, 2009; Cunill, 2010; Caruso Fermé; 2012; Picornell, 2012; Martín Seijo, 2013) (figura 1). Aquesta tècnica consisteix en posar el sediment en un recipient amb entrada d'aigua constant per la

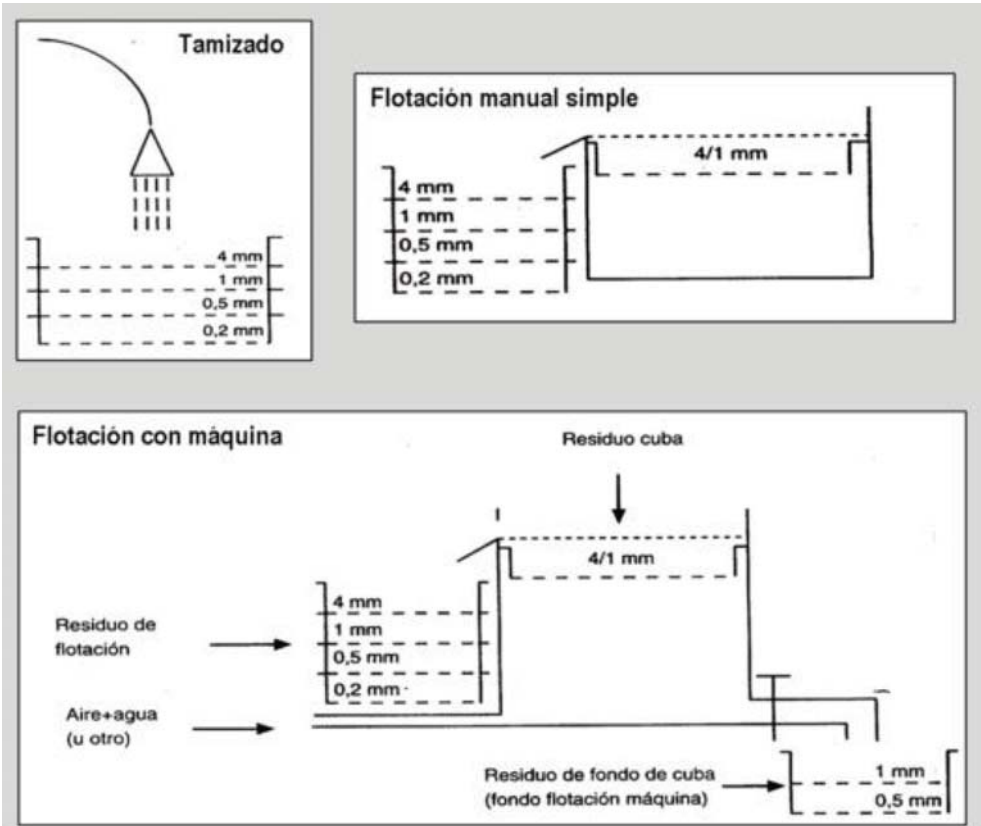


Figura 1: Exemples del tractament de mostres de sediment amb aigua. (Extret de García Martínez, 2009: 86).

base i una sortida per la part superior. Les restes carbonitzades suren i són arrossegades pel corrent fins a una columna de tamisos amb llum de malla de 2mm, 1mm i 0,5mm de manera que queden separades segons la seva mida. La fracció pesada es recull a l'interior de la màquina en un tamís de 2mm. Sovint aquestes màquines també funcionen amb una entrada d'aire que crea turbulències que remouen la terra per facilitar que les restes carbonitzades flotin tot i que

això també pot provocar-ne una major fragmentació (Wright, 2005). En antracologia els resultats són satisfactoris amb les restes recollides al tamís de 5mm i la fracció de 2 i/o 1mm, ja que els fragments més petits són més difícils d'analitzar i la informació que aporten sol ser complementària. A la fracció de 0,5mm es recuperen les restes carpològiques més petites. (figura 1)

Altres tècniques que ens permeten

rentar la terra són la flotació manual, que segueix el principi del que ja s'ha descrit (figura 1), i el rentat amb columna de garbells o tamisat amb aigua. En aquest cas, el sediment no se submergeix sinó que s'aboca sobre una columna de garbells amb diferent llum de malla (2mm, 1mm i 0,5mm) per tal de recollir les restes segons la seva mida. L'aigua corrent, aplicada amb poca pressió, facilita que aquestes quedin en el tamís corresponent alhora que permet l'eliminació de les partícules més petites de sorra.

Quan les restes antracològiques recuperades en la flotació estan seques i triades, s'analitzen a partir de l'observació dels tres plans anatòmics de la fusta (figura 2) a través del microscopi òptic de llum reflectida amb augments entre 40 i 400 (Thiébault, 1988; Vernet, 1973; Piqué 1999 i 2006; Solari, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2005; Euba, 2008; Celma, 2009; Gar-

cía Martínez, 2009; Cunill, 2010; Caruso Fermé; 2012; Picornell, 2012; Martín Seijo, 2013). A fi que no es facin malbé, es preparen en el moment que seran observats. Primer cal orientar el carbó per procurar trobar la part on es veurà menys afectat i després es trenca amb els dits per obtenir una bona visió dels tres plans anatòmics (transversal, longitudinal radial i longitudinal tangencial). Aquests es col·loquen sobre una superfície adaptable perquè quedin totalment horitzontals (un recipient amb llavors petites com les de sèsam, per exemple) per evitar la distorsió en la imatge que genera la manca de profunditat de camp del microscopi òptic (Thiébault, 1988; Vernet, 1988; Piqué, 1999; Solari, 2000; Buxó i Piqué 2003; Allué, 2002, Carrión, 2005, Euba, 2008; Celma, 2009; García Martínez, 2009; Caruso, 2012, Martín, 2013). El microscopi electrònic (SEM) permetrà majors augments

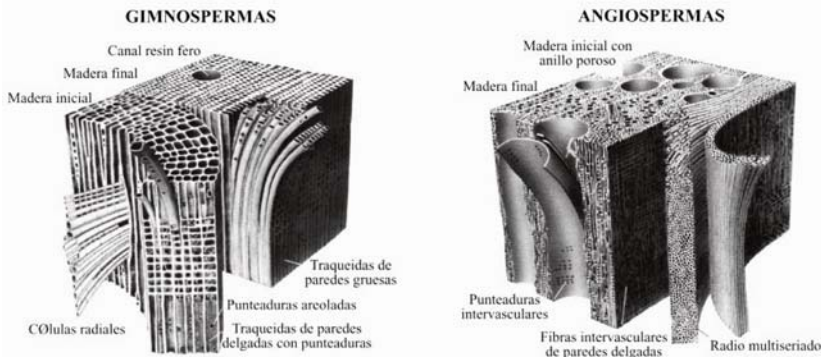


Figura 2: Representació dels tres plans anatòmics de les fustes en les gimnospermes i les angiospermes. (Extret de Carrión, 2005: 45).

i millors imatges, encara que per a la identificació dels fragments i dels trets anatòmics no serà necessari. (figura 2)

Un element que caldrà tenir en compte en l'anàlisi de les restes de fusta carbonitzada serà la seva quantificació de cara a l'estudi estadístic que ens permetrà apropar-nos a la significació d'allò que estem veient. L'alt grau de fragmentació de les restes carbonitzades ha generat diversos debats sobre la millor manera de quantificar-les de manera que els resultats siguin representatius. Sembla, però, que no hi ha gaire diferència entre la relació de nombre de fragments per taxó per una banda i, per l'altra, el pes per taxó (Chabal, 1992; Piqué, 1999 i 2006). De totes maneres, la quantificació de les restes i el seu tractament estadístic segueix sent un tema d'estudi (Piqué i Barceló, 2002; Piqué, 2006; Figueiral, 2006; Lapi, 2009).

Interpretació de les dades

La disposició i característiques dels vasos, els radis i altres elements anatòmics són diferents en cadascuna de les espècies llenyoses, la qual cosa ens permet arribar a la seva identificació taxonòmica. En alguns casos, però, les espècies tenen una composició anatòmica tan semblant que només és possible la identificació a nivell de gènere o família. A fi que la

identificació sigui el més acurada possible, és molt útil consultar els atles d'anatomia² (Schweingruber, 1990) i les col·leccions de referència.

La identificació taxonòmica és el primer pas en l'estudi de les restes antracològiques a causa de la seva significació, tant ecològica com social. Per un costat, la variabilitat en els taxons identificats ens permetrà dibuixar el paisatge arbori en el moment d'utilització del jaciment i, juntament amb les dades obtingudes a través de la resta de disciplines paleobotàniques, entendre l'entorn en el que es va desenvolupar la societat. Per l'altre costat, cal tenir en compte que el que estem estudiant és el resultat d'una acció social (la recol·lecció de fusta), i que pot haver existit un criteri de selecció basat en l'espècie segons la funció que aquesta hagués hagut de dur a terme. Aquí ens centrarem en la fusta utilitzada com a combustible³ i la significació per al grup social en base a la seva recol·lecció.

Un cop determinats correctament els fragments de carbó ens podem centrar en l'estudi de les anomalies en l'anatomia de la fusta i les causes per les quals s'han produït. Aquestes ens aportaran informació sobre els criteris de selecció del combustible llenyós així com de les àrees de captació del mateix (Celma, 2009; Caruso, 2012).



Figura 3: Proposta de curvatura dels anells de creixement per la classificació de la part anatómica utilitzada. (Extret de Celma, 2009: 80).

El grau de curvatura dels anells de creixement ens ajuda a determinar el diàmetre de la fusta cremada i així conèixer la part de la planta utilitzada: tronc, arrels o branques (figura 3). L'esforç que cal invertir en aconseguir un o les altres així com en el seu transport és significativament diferent. També ho són les eines utilitzades i el treball necessari posterior a la recol·lecció. El fet de treballar amb fragments ha portat, al llarg dels anys, al desenvolupament de diferents tècniques per mesurar el diàmetre a partir dels anells de creixement (Théry-Parisot et al., 2011; Marguerie, 2011; Dufraisse, 2011; Caruso, 2012; Martín, 2013). (figura 3)

Per altra banda, la identificació de les esquerdes provocades per la pèrdua d'humitat de la fusta en el moment de la combustió pot ser un dels indicadors de l'estat de la fusta en el moment de ser cremada. Quan aquesta és seca s'encén més fàcilment i fa menys fum que si és verda. La presència de

xilòfags també en pot ser un bon indicador ja que acostumen a atacar la fusta morta (Euba, 2008; Celma, 2009; Euba et al, 2010; Caruso, 2012). A partir de la resta de materials arqueològics haurem de poder discernir si la fusta va ser emmagatzemada o es van recollir branques i troncs secs directament. Per a períodes antics, però, no sembla que sigui possible obtenir aquesta informació.

Altres causes d'anomalies en l'anatomia de la fusta poden ser els processos deposicionals i postdeposicionals patits pels carbons fins al punt de ferlos indeterminables⁴. En aquests casos la informació que se'n pot extreure és molt limitada tot i que existeixen alguns estudis en aquest àmbit que ens permeten valorar les característiques del conjunt davant del qual ens trobem. D'aquesta manera podrem identificar les anomalies fruit de la degradació per un costat i les que són fruit dels sistemes de gestió del combustible per un altre (Cohen-Ofri et

al., 2006; Théry-Parisot et al., 2010).

Recentment s'han anat desenvolupant diferents estudis que permeten superar les limitacions que sovint trobem en l'anàlisi d'aquestes anomalies i la seva interpretació. Per un costat, l'experimentació ens permet controlar les variables de la combustió i observar-ne les característiques (intensitat i temperatura de la flama, quantitat de fum, temps per quantitat de combustible). Després caldrà fer l'anàlisi dels carbons resultants i comparar-ne els resultats amb els obtinguts de les restes arqueològiques (Caruso, 2012). Per l'altre costat, també s'ha plantejat l'estudi etnològic com una manera d'entendre el registre antracològic i la seva formació des del moment de la recol·lecció de la fusta (Peña-Chocarro et al., 2000; Picornell, 2009; Picornell, 2011). Totes les observacions s'han de recollir en una base de dades per al seu posterior tractament estadístic (Lapi, 2009).

Recuperant el que s'ha dit anteriorment en relació a la informació de l'entorn que ens aporta l'anàlisi antracològica haurem de tenir en compte altres elements en l'anatomia de la fusta com són les característiques dels anells de creixement, l'existència de fusta de reacció, nusos, canals resinífers i ondulacions (Euba, 2008; Celma, 2009). Gràcies a l'estudi dels anells, podem definir les

condicions ambientals en el moment de creixement de la planta. Si aquestes han estat òptimes, donaran com a resultat uns anells amples mentre que si, contràriament, han estat estressants, els anells seran estrets. De la mateixa manera, podem establir els cicles anuals pel que fa a temperatura i humitat. Un contrast molt gran entre l'estiu i l'hivern tindrà com a resultat una diferència molt marcada entre la fusta inicial i la fusta tardana, mentre que un contrast lleu es veurà reflectit per un canvi gradual en la mida dels vasos⁵. En els darrers anys, i de manera complementària a l'estudi dels anells de creixement, s'han anat desenvolupant estudis d'isòtops estables que també ens aporten informació similar (Sho et al., 2009). En cas de tenir fragments amb el darrer anell de creixement, podem utilitzar aquestes dades per establir l'existència o no d'estacionalitat en la recol·lecció de la fusta.

L'existència de fusta de reacció pot ser un indicador de diversos factors relacionats amb l'emplaçament de la planta. Aquest fenomen és el resultat de la correcció d'un creixement no correcte per tal de recuperar l'equilibri i estabilitat de les diferents parts de l'arbre (figura 4). En el cas de la capçada i les branques això és normal degut a la tensió constant que pateixen a causa del seu creixement horitzontal per facilitar la fotosíntesis. En

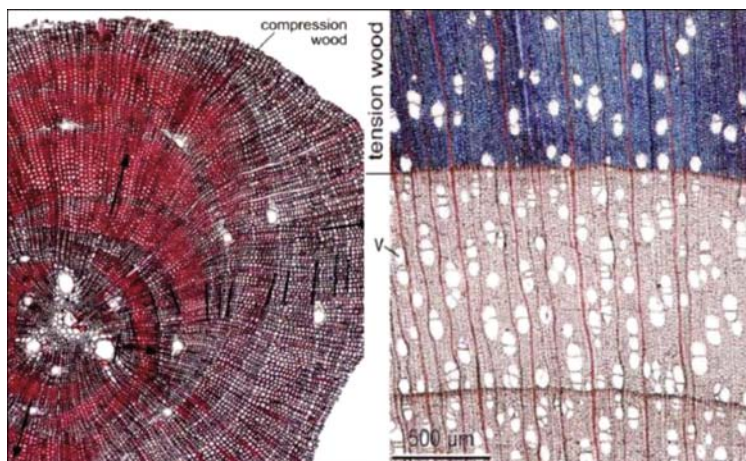


Figura 4: Exemples de fusta de reacció en una gimnosperma (esquerra), anomenada fusta de compressió; i en una angiosperma (dreta) anomenada fusta de tensió. (Extret de Celma, 2009: 82)

el cas del tronc, aquest fenomen és més estrany i es pot donar pel creixement en pendent i la necessitat de redreçar el tronc. El pes de la neu a l'hivern també genera tensió en les diferents parts anatòmiques. Així, la presència de fusta de reacció ens pot ajudar a definir la part anatòmica de la planta a la qual pertany el fragment que estem estudiant així com l'àrea de procedència de la fusta (Celma, 2009; Caruso, 2012). (figura 4)

En l'estudi de la gestió que feien les societats humanes del combustible llenyós, més enllà de definir els criteris de selecció de la fusta, també cal tenir en compte les àrees de captació de la mateixa i com es dibuixen respecte de la resta d'activitats realitzades pel grup. D'aquesta manera, recuperant el que s'ha dit sobre les

condicions que intervenen en el creixement de la vegetació, els Sistemes d'Informació Geogràfica, esdevenen una eina fonamental ja que ens permeten treballar amb les diferents variables⁶ i posar-les en relació (Obea, 2011).

Conclusions

L'antracologia és una part important dins la investigació arqueològica gràcies a la quantitat d'informació que aporta malgrat les nombroses limitacions que presenta degut a la fragilitat de les restes i la seva naturalesa⁷. És per això que es fa imprescindible un estudi paleobotànic interdisciplinari per entendre allò que estem observant, sobretot pel que fa al medi on es van desenvolupar les societats del passat. A més, tot i que aquí hem parlat principalment del combustible

lленыós, no sempre cal fusta per fer foc de la mateixa manera que no tot el que es va cremar tenia aquesta funcionalitat des del principi. En el moment d'interpretar les dades haurem de tenir en compte tot això i ho haurem de relacionar amb les diferents activitats de les que ens parlen la resta de materials arqueològics. És per això que es fa imprescindible un treball conjunt amb tots els especialistes des del plantejament teòric i metodològic de la investigació. D'aquesta manera, tot i les múltiples possibilitats que ofereix l'antracologia i a les quals només ens hem apropat d'una forma molt introductòria en aquest article, ens assegurarem que aquest sigui coherent amb la realitat del jaciment i els recursos, tant econòmics com humans, de l'equip d'investigació.

Bibliografia

ALLUÉ, ETHEL (2002): *Dinámica de la vegetación y explotación del combustible leñoso durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno del Noreste de la Península Ibérica a partir del análisis antracológico.* Tesi Doctoral, Universitat Rovira i Virgili.

BUXÓ, RAMON i PIQUÉ, RAQUEL (2003): *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas.* Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.

BUXÓ, Ramon i PIQUÉ, Raquel (2008): *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la península ibérica.* Ariel Prehistòria, Barcelona.

CARRIÓN MARCO, Yolanda (2005): *Afinidades y diferencias de las secuencias antracológicas en las vertientes mediterránea y atlántica de la Península Ibérica.* Tesi Doctoral, Universitat de València.

CARUSO FERMÉ, Laura (2012): *Modalidades de adquisición y usos de los recursos leñosos entre grupos cazadores-recolectores patagónicos (Argentina): Metodologías y técnicas de estudio del material leñoso arqueológico.* Tesi doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

CASTRO, P. V., CHAPMAN, R. W., GILI, S., LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R., SANAHUJA, M. E. (1996): "Teoría de las prácticas sociales" a *Complutum Extra*, vol. 6 nº II, pp: 35-48.

CASTRO, P. V., GILI, S., LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R., SANAHUJA, M. E. (1998): "Teoría de la producción de la vida social. Mecanismos de explotación en el sudeste ibérico" a *Boletín de Antropología americana*, vol. 33. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

CELMA, MIREIA (2009): *Paleo-ambient i explotació forestal del Dolmen de la Font dels Coms en època romana*. Treball de recerca de tercer cicle, Universitat Autònoma de Barcelona.

CHABAL, LUCIE (1992): “La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu” a Les charbons de Bois, les Anciens Écosystèmes et le rôle de l’Homme. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 139; Actualités Botaniques, 1992-2/3/4: 213-236.

COHEN-OFRI, I., WEINER, L., BOARETTO, E., MINTZ, G., WEINER, S. (2006): “Modern and fossil charcoal: aspects of structure and diagenesis” a *Journal of Archaeological Science*, vol. 33, pp: 428-439.

CUNILL, RAQUEL (2010): *Estudi interdisciplinari de l’evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona de Plaús de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català. Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals*. Tesi Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

EUBA, ITXASO (2008): *Anàlisis antracològic de estructures altimontanes en el valle de la Vansa-Sie-*

rra del Cadí (Alt Urgell) y en el valle del Madriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a época moderna. Tesi Doctoral, Universitat Rovira i Virgili.

EUBA, I., ALLUÉ, E., PALET, J. M. (2010): “Alteraciones biológicas de la madera: el estudio de los materiales constructivos del yacimiento de Pleta de l’Estall Serrer (Valle del Madriu, Andorra)” a *Actas del VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Teruel.

FIGUEIRAL, ISABEL (2006): “Quantification in charcoal analysis? Yes, but not always. Examples from problematic portuguese sites” a *Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Universitat de Girona.

GARCÍA MARTÍNEZ, Maria Soledad (2009): *Recursos forestales en un medio semiárido. Nuevos datos antracológicos para la Región de Murcia desde la Edad del Bronce hasta época medieval*. Tesi doctoral, Universidad de Murcia.

GASSIOT, E., JIMÉNEZ, J., OLTRA, J. (2005): *Memòria de la intervenció arqueològica al Dolmen de la Font dels Coms (Baiasca-Llavorsí, Pallars Sobirà)*. Memòria d’intervenció inèdita, Servei d’Arqueologia de la Generalitat de Catalunya.

- GASSIOT, ERMENGOL, PÈ-LACHS, ALBERT (2010):** *Memòria final del projecte d'arqueologia de l'alta muntanya pirinenca. Ocupació humana i canvi climàtic al llarg de l'Holocè (2006EXCAVA00022)*. Memòria de projecte inèdita, Universitat Autònoma de Barcelona.
- HASTORF, CHRISTINE (1999):** "Recent research in Paleoethnobotany" a *Journal of Archaeological Research*, Vol 7. N° 1.
- HASTORF, CHRISTINE. et al.; (2005):** "Late Prehistoric Wood Use in an Andean Intermontane Valley" a *Economic Botany* n° 59(4) pp: 337-355.
- HEIZER, ROBERT F. (1963):** "Domestic fuel in primitive society" a *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* Vol 92, n° 2; pp: 186-194.
- LAPI, BARBARA (2009):** *Cuantificación en arqueobotánica. Una aproximación a los métodos cuantitativos de análisis en palinología, antracología, carpología*. Treball d'investigació de Tercer Cicle, Universitat Autònoma de Barcelona
- MARTÍN SEIJO, MARIA (2013):** *A xestión do bosque e do monte dende a Idade do Ferro á época romana no noroeste da Península Ibérica: con-*
- sumo de combustibles e produción de manufacturas en madeira*. Tesi doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.
- MARZIANI, G.P., IANNONE, A., PATRIGNANI, G., SCHIATTA-REGGIA, A. (1991):** "Reconstruction of the tree vegetation near a Bronze Age site in Northern Italy based on the analysis of charcoal fragments" a *Review of Paleobotany and Palinology* Vol. 70, n° 3, pp: 241-246.
- OBEA, LAURA (2011):** *Els registres antracològics del Neolític al Pirineu i Prepirineu català. Una revisió a partir de les dades geogràfiques*. Treball de recerca de màster, Universitat Autònoma de Barcelona.
- PEARSALL, D. (1989):** *Paleoethnobotany. A handbook of procedures*. Academic Press, San Diego.
- PEÑA CHOCARRO, L.; ZAPATA PEÑA, L. ; GONZALEZ URQUIJO, J.E.; IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J.J. (2000):** "Agricultura, alimentación y uso del combustible: aplicación de modelos etnográficos en arqueobotánica". III Reunión sobre Economía en el Mín Ibérico. *Saguntum-PLAV*, Extra-3: 403-420
- PICORNELL, LLORENÇ (2009):** "Antracología y etnoarqueología. Perspectivas para el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas

y su entorno”; a *Complutum*, vol.20 nº 1, pp: 133-151.

PICORNELL, LLORENÇ (2011): “People, trees and charcoal: some reflections about the use of ethnoarchaeology in archaeological charcoal analysis” a *Saguntum* extra nº11.

PICORNELL, LLORENÇ (2012): *Paisaje vegetal y comunidades prehistóricas y protohistóricas en Mallorca y Menorca (Illes Balears): Una aproximación desde la antracología.* Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona.

PIQUÉ, RAQUEL (1999): Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica. *Treballs d’Etnoarqueologia*, 3. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universitat Autònoma de Barcelona.

PIQUÉ, RAQUEL i BARCELÓ, JOAN ANTON (2002): “Firewood management and vegetation changes: a statistical analysis of charcoal remains from Holocene sites in the north-east Iberian Peninsula” a *THIEBAULT, Stephanie (Ed.) Charcoal analysis. Methodological approaches, palaeoecological results and Wood uses.* Oxford. IMA. BAR 1063

PIQUÉ, RAQUEL (2006): “Los carbones y las maderas de contextos ar-

queológicos y el paleoambiente”; a *Ecosistemas*; nº15 (1), pp: 31-38, Asociación española de Ecología Terrestre.

SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): *Microscopic wood anatomy.* Ed. WSL, Birmensdorf

SHO, K., TAKAHASHI, H. A., MIYAI, H., IKEBUCHI, S., NAKAMURA, T. (2009): “Tree-ring width and stable carbon isotope composition of japanese cypress in the Lake Biwa area, central Japan, and their hydrologic and climatic implications” a *IWA Journal* vol. 30, nº 4, pp: 395-406.

SOLARI, M^a EUGENIA(2000): “Antracología, modo de empleo: entorno a paisajes, maderas y fogones” a *Revista Austral de Ciencias Sociales* nº4, pp: 167-174.

THÉRY-PARISOT, I., CHABAL, L., CHRZAVZEZ, J. (2010): “Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts” a *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, no. 291, pp:142-153.

THIÉBAULT,STÉPHANIE (1988): *L’Homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements*

des Préalpes au Tardi- et au Postglaciaire. *Documents d'Archéologie Française* n° 15; Ed. de la Maison des sciences de l'Homme, Paris.

VERNET, JEAN LOUIS (1973): "Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement" a *Paléobiologie Continentale IV* (1), pp: 1-90.

VERNET, JEAN LOUIS (1988): "L'antracologia, un mètode per reconstruir les relacions home-vegetació al llarg de la prehistòria" a *Cota zero* n° 4.

WRIGHT, PATTI (2005): "Flotation samples and some paleoethnobotanical implications" a *Journal of Archaeological Science*, N° 32, pp: 19-26.

NOTES

¹ Tot plegat dependrà de les preguntes formulades. Les concentracions de carbons trobades en estructures de combustió ens informen sobre un episodi puntual mentre que els fragments localitzats en contextos de rebuig (ja sigui concentrats o dispersos) ho fan sobre diversos episodis reiterats en el temps. Aquests carbons, a més, també poden formar part d'estructures col·lapsades.

² També existeixen bases de dades consul-

tables a Internet amb les característiques de cada espècie i fotografies dels tres plans anatòmics: <http://insidewood.lib.ncsu.edu/links>, <http://www.woodanatomy.ch/>

³ La intensitat, el color i la temperatura de la flama varien segons el combustible així com el temps que aquest triga a consumir-se. Pel que fa a la fusta que es crema, no tots els tipus de fusta cremen igual: un tronc de pi fa una flama molt intensa però crema molt ràpid, mentre que un tronc d'alzina fa una flama més tènue però més calenta i durant més estona. Dependrà de la funcionalitat del foc la selecció (o no) d'uns taxons per sobre d'uns altres.

⁴ La mateixa combustió és un d'aquests processos ja que durant la fase de piròlisi les fibres de la fusta es van degradant fins a convertir-se en cendra.

⁵ Aquest canvi en el diàmetre dels vasos també és una característica de la fusta porosa tot i que sovint és fàcil distingir-ne la causa. En els casos en què el contrast climàtic és molt marcat, a vegades es crea un fals anell (Schweingruber, 1990), sobretot en les coníferes.

⁶ Aquestes variables passen per la localització del jaciment (latitud, longitud i altitud) combinada amb informació sobre la orientació, el grau de pendent, el d'insolació, el tipus de sòl, i els règims anuals de pluges i temperatures (en cas que es consideri imprescindible, ja que aquestes són dades dels darrers anys). A partir d'aquí es poden fer càlculs que relacionin la distància amb el temps que triga una persona en recórrer-la.

⁷ Els carbons no són el residu final de la combustió, ho són les cendres, de manera que el registre sempre estarà incomplet.