

Evolució paleoambiental a la vall d'en Bas durant l'Holocè

JORDI REVELLES¹, FRANCESC BURJACHS^{2, 3, 4}, LAURA CARUSO FERMÉ⁵,
RAQUEL PIQUÉ¹, GABRIEL ALCALDE⁶, VANESSA NAVARRETE¹ i MARIA SAÑA¹

¹ Departament de Prehistòria. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.

² ICREA. Barcelona.

³ Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social. Tarragona.

⁴ Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.

⁵ CONICET-CENPAT. Argentina.

⁶ Departament d'Història i Història de l'Art. Universitat de Girona. Girona

jordi.revelles@uab.cat

Rebut: 8.5.2015

Acceptat: 11.6.2015

RESUM

Aquest treball presenta una síntesi de la recerca paleoecològica i arqueològica realitzada a la vall d'en Bas per tal de caracteritzar la història de la vegetació i de les condicions mediambientals dels darrers 11.700 anys. Els orígens del paisatge vegetal que coneixem en l'actualitat a aquesta regió es remunten als inicis de l'Holocè, quan s'acaba la darrera glaciació i s'instaura un clima més temperat i humit, amb la roureda i la fageda com a bosc clímax. Des de l'establiment de les primeres societats agrícoles i ramaderes fa 6.800 anys, l'evolució de la vegetació es va veure sotmesa a alteracions alienes a les oscil·lacions del clima. El progressiu impacte de les comunitats humanes anirà minvant les rouredes i potenciant la pineda, clarianes al bosc on proliferaran boixos, brucs i rosàcies, i herbàcies ruderals i adventícies associades a l'establiment de camps de conreu.

Paraules clau: paleoambient, vall d'en Bas, Holocè, vegetació, arqueologia.

ABSTRACT

A review of palaeoecological and archaeological research carried out in La Vall d'en Bas is reported here as part of a study assessing the evolution of the vegetation and environmental conditions during the Holocene. The origins of the current landscape go back to the early Holocene and the end of the last glacial period, when a wet and temperate climate was established, reaching the Holocene Climate Optimum 8000–6000 years cal BP, with oak and beech as climax forest. Nevertheless, after the establishment of the first farming societies in the area 6800 years ago, the evolution of the vegetation was affected by alterations not related to climatic oscillations. Thus, the progressive human impact on the landscape affected the development of oak forests and encouraged pine forests and clearings in the forests that were colonized by boxwood, heaths and Rosaceae, and ruderal plants associated with the establishment of crops in flat areas.

Key words: palaeoenvironment, Vall d'en Bas, Holocene, vegetation, archaeology.

INTRODUCCIÓ

Context geogràfic: la vall d'en Bas

La vall d'en Bas es troba situada al sud-oest de la comarca de la Garrotxa, ocupant una superfície de 90,82 km² (FIGURA 1). Es tracta d'una fossa tectònica encaixada en un complex sistema de falles, mostrant una clara diferenciació topogràfica entre la zona plana (cota mitja de 510 m) i la zona muntanyenca, amb altituds màximes de 1.515 m. La vall d'en Bas es troba situada a l'oest de la zona volcànica de La Garrotxa i és drenada pel riu Fluvià i tres afluents: les rieres de Ridaura, la de Joanetes i la de San Privat. Al nord, la vall limita amb la fossa d'Olot, constituïda per l'encreuament de nombroses fractures recobertes per materials volcànics i al·luvials. La seva conformació és resultat de successives obstruccions del riu Fluvià a conseqüència de les colades basàltiques producte de les erupcions que es van succeir durant la prehistòria en la capçalera del riu (Cros *et al.*, 1986).

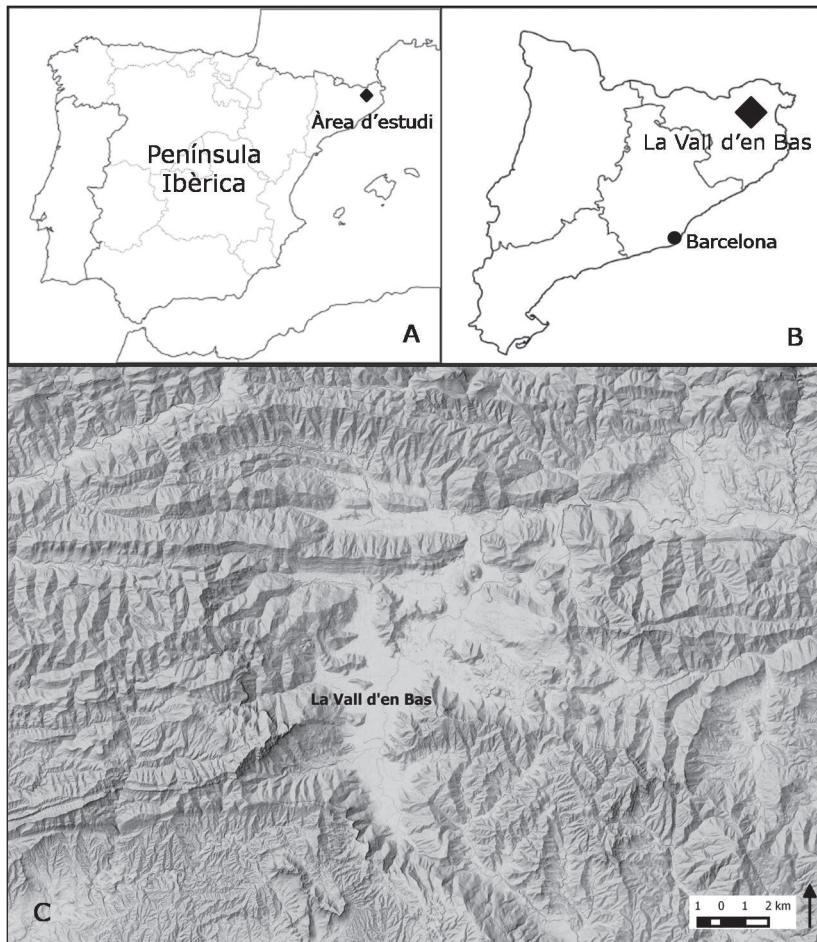


FIGURA 1. Localització de l'àrea d'estudi a la península Ibèrica (A), de la vall d'en Bas a Catalunya (B) i a La Garrotxa (C).

En aquest sentit, les colades de lava van tenir un paper molt important en el traçat dels cursos fluvials, donat que en alguns casos van actuar com a veritables murs, obstruint el pas de rius i torrents, creant llacs de barratge. Es documenten tres episodis de barratge del pas del riu Fluvià per la vall durant el Quaternari: el primer fa 250.000 anys, el segon fa 133.000; (Mallarach *et al.*, 1985) i el darrer durant el Tardiglaciari. L'últim d'aquests barratges, aproximadament fa uns 17.000 anys, hauria format una llacuna que s'hauria mantingut durant la transició a l'Holocè fins a la definitiva dessecació en algun moment imprecís de l'Holocè recent. Així doncs les colades de lava van crear una barrera i les aportacions del riu es van anar acumulant aigües amunt d'aquesta presa natural, donant lloc a la formació d'una zona entollada que progressivament s'ha anat reomplint de materials, alhora que hauria estat dessecada artificialment a fi d'obtenir terres aptes pel cultiu, fins a esdevenir l'actual plana d'en Bas.

El conjunt muntanyenc de la regió constitueix una barrera orogràfica als vents humits i càlids procedents del Mediterrani, que es troben obligats a elevar-se, provocant pluges freqüents (mitjana anual d'entre 1.000-1.100 mm), que constitueixen un clima mediterrani de muntanya, amb una certa continentalitat però generalment humit. Les inversions tèrmiques són freqüents, influenciant directament la composició del paisatge vegetal, així com la distribució anual de les pluges (Pérez-Obiol, 1988).

La vegetació de la vall d'en Bas es caracteritza per la combinació de diversos tipus de vegetació que formen part integrant d'un paisatge de muntanya mitjana humida. El faig (*Fagus sylvatica*) es troba en terres altes, creixent en indrets obacs a partir dels 700 metres. No obstant, degut a l'elevat grau d'humiditat el faig baixa, de forma excepcional, fins els 500 m a la fageda d'en Jordà. La roureda de *Quercus robur* es localitza en indrets de sòls profunds i humits en fons de vall, coincidint amb el freixe (*Fraxinus excelsior*), el til·ler de fulla petita (*Tilia cordata*), l'om (*Ulmus minor*) i l'auró blanc (*Acer campestre*), i, en l'estrat arbustiu, amb l'avellaner (*Corylus avellana*), el grèvol (*Ilex aquifolium*), el galzeran (*Ruscus aculeatus*) i l'arç blanc (*Crataegus monogyna*). La roureda de *Quercus pubescens* es desenvolupa en les vessants assolellades. Finalment, l'alzinar, els boscos d'alzines (*Quercus ilex*) es troba per sota del nivell dels roures martinencs, sobre substrats més secs i indrets de sol, pujant excepcionalment fins els 1.000 m en llocs assolellats.

Història de la recerca arqueològica i paleoecològica a la vall d'en Bas

El desenvolupament de programes sistemàtics d'investigació arqueològica a la comarca de La Garrotxa es remunta a la dècada dels 80, quan es van iniciar una sèrie d'intervencions arqueològiques a la vall del Llierca centrades en l'estudi de la interacció entre els canvis mediambientals i socials que s'han anat succeint al llarg de la Prehistòria. En aquest sentit, s'ha pogut incidir en problemàtiques històriques transcendents com l'origen de les societats agrícoles i ramaderes o els inicis de la producció metal·lúrgica.

L'excavació de jaciments arqueològics com la Bauma del Serrat del Pont (Alcalde *et al.*, 1997, 1999, 2002; Alcalde & Saña, 2008), Plansallosa (Alcalde *et al.*, 1991), la Cova 120 (Agustí *et al.*, 1987) i la Prunera (Alcalde *et al.*, 2003, 2005), ha portat a plantejar un model d'implantació territorial caracteritzat per l'establiment de les primeres comunitats neolítiques en poblats permanents a l'aire lliure amb l'ús complementari de coves i abrics per a funcions més específiques. A partir dels treballs realitzats entre 1987 i 2003, es van plantejar tota una sèrie d'hipòtesis que van fer necessari integrar noves àrees d'estudi per a ésser contrastades. En aquest sentit, l'objectiu era caracteritzar el sistema d'implantació

territorial de les primeres comunitats neolítiques i els seus canvis al llarg de la Prehistòria recent a la vall d'en Bas.

L'excavació en extensió dels jaciments del Neolític Antic de Codella (2003-2006) (Alcalde *et al.*, 2009a; 2009b) i les diferents fases d'ocupació del Neolític Antic (6.800-6.200 cal BP), de l'Edat del Bronze documentades a la Dou (La Vall d'en Bas) (Alcalde *et al.*, 2009b, 2012) ha donat com a resultat la documentació d'una pauta d'assentament inèdita fins al moment al nord-est peninsular, condicionada per l'orografia particular que ha conferit a aquest territori el fenomen del vulcanisme. En aquest cas, el poblament s'estructura entorn a un element central, un antic paleollac format com a conseqüència de l'obstrucció del riu Fluvià.

El paper del paleollac com a element vertebrador de l'estratègia de poblament d'aquesta àrea no finalitza, però, amb el Neolític. Avançant en el temps i a la mateixa vall d'en Bas, cal mencionar el jaciment de La Serra (La vall d'en Bas) (Gibert & Martín 2006), localitzat també a la vora d'aquest paleollac i excavat amb caràcter preventiu l'any 2005, amb ocupacions datades del Bronze Final (3.010-2.830 cal BP), època ibèrica (segles IV-II ANE) i altmedieval (segles VII-VIII) (Gibert & Martín, 2011). Les prospeccions geofísiques desenvolupades al mateix jaciment de la Dou l'any 2009 varen permetre localitzar també, a pocs metres de les ocupacions neolítiques, la presència d'un fossat de grans dimensions corresponent al Bronze Final (3.100-2.900 cal BP), troballa que verifica l'existència d'una ocupació destacable a l'àrea durant l'Edat del Bronze, com ja apuntaven les datacions del sector Dou-2 excavat amb caràcter preventiu l'any 2005 (3.600-3.400 cal BP).

Però la recerca arqueològica a la vall d'en Bas no s'ha limitat a la prehistòria. També en el context de les obres de construcció de la carretera Vic-Olot, els anys 2005-2006 es van documentar jaciments d'època romana (can Rubió, s. I ANE- s. I AD; Guàrdia & Harzbecher, a Alcalde & Saña, 2009) i altmedieval (el citat de La Serra, s. VII-VIII, Gibert & Martín, 2011). D'altra banda, el jaciment de l'Aubert (segles VI-X, Folch & Gibert, 2009, 2014) va ser integrat en un projecte de recerca i ha estat excavat en diverses campanyes entre el 2006-2012.

Pel que fa a la investigació paleoecològica, la dinàmica d'investigació desenvolupada a la zona ha estat centrada al Plistocè (Burjachs & Roure, 1985, 1987; Burjachs *et al.*, 1985-86; Burjachs, 1990, 1991, 1994; Cartaña, 1983; Casas & Cartaña, 1984; Monteis, 1985; Pérez-Obiol, 1988). Si bé en alguns dels treballs citats es presenten dades holocèniques, a la vall d'en Bas, dels dipòsits de Sidera i Les Palanques (Pérez-Obiol, 1988), a Sant Joan les Fonts, del dipòsit del Pla de l'Estany (Burjachs, 1994), aquestes presenten una resolució cronològica baixa o fragmentària pel que fa a la Prehistòria recent (10.000-2.800 cal BP). Per altra banda, els estudis antracològics efectuats en diferents jaciments arqueològics també han aportat dades sobre els paisatges explotats durant l'Holocè (Ros, 1991; Piqué & Ferré, 2002; Piqué, 2005). En aquest sentit, les dades palinològiques i antracològiques procedents dels jaciments arqueològics excavats ajuden a completar aquests buits existents, per tal de caracteritzar la cobertura vegetal en els diferents moments d'ocupació, així com la gestió que les comunitats prehistòriques haurien portat a terme dels recursos vegetals.

El paleollac de la vall d'en Bas

Les successives obstruccions del riu Fluvià van conformar una llacuna a la part més deprimida de la vall d'en Bas (FIGURES 2 i 3). L'últim dels barratges provocat per colades basàltiques podria estar relacionat amb l'erupció més recent documentada a la zona

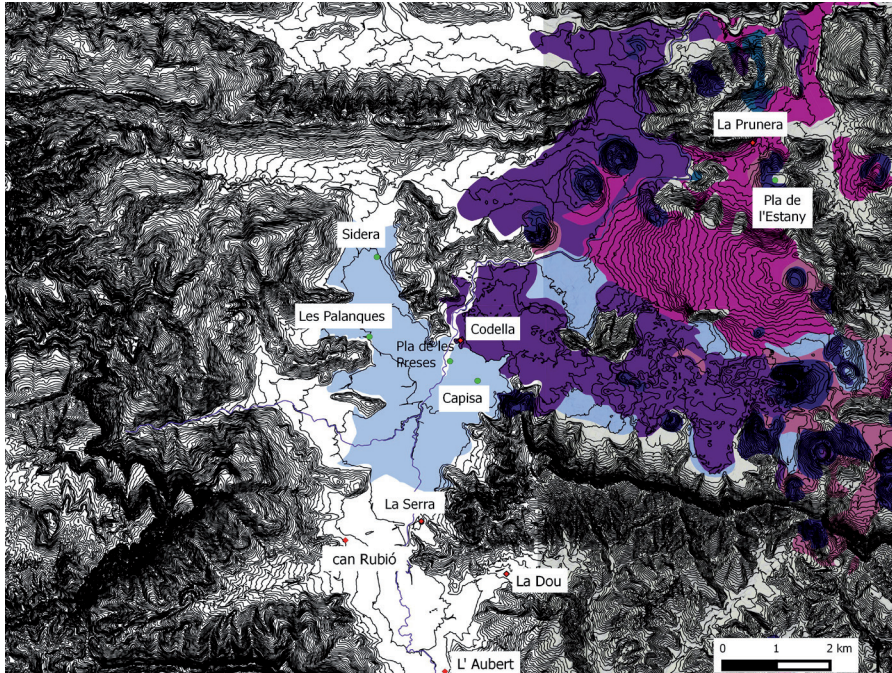


FIGURA 2. Localització dels jaciments arqueològics i de les seqüències sedimentàries estudiades a l'àrea.

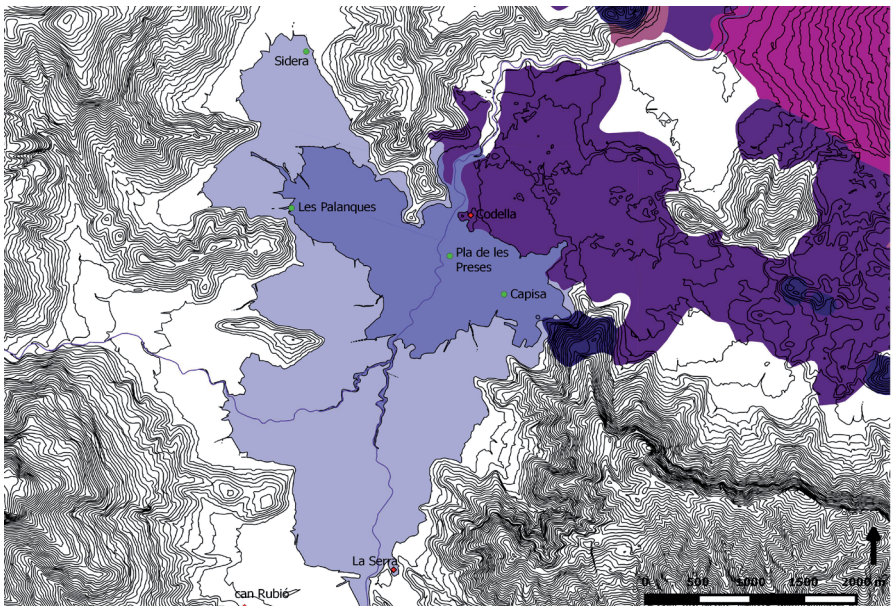


FIGURA 3. Reconstrucció en base a les dades disponibles de l'extensió de l'antic paleollac de la vall d'en Bas. En colors violeta-morat colades volcàniques que haurien provocat el barratge; en blau clar, superfície entre els 460-470 m; en blau fosc, superfície entre els 450-460 m.

volcànica de La Garrotxa, la del volcà del Crosat, datada entre el 15.710-13.160 cal BP (Puiguriguer *et al.*, 2012) o bé amb una anterior, la del Puig Jordà, fa 17.000 anys (Bolós *et al.*, 2014). En aquest sentit, la datació efectuada al sondeig de CAPISA (Les Preses) mostra l'existència d'aquesta llacuna com a mínim en 12.670 cal BP.

La litologia dels diferents sondejos efectuats a la vall d'en Bas ens permet reconstruir les dinàmiques de sedimentació i, conseqüentment, la reconstrucció dels diferents episodis de retrocés del nivell d'aigua, de processos de dessecació parcial amb la formació de torbes (ambients subaeris), o de dessecació total amb avingudes de sediment d'origen fluvial (llims inorgànics).

Un moment de màxima expansió de la massa d'aigua s'iniciaria al 9è mil·lenni abans del present, quan es produeix una transició de nivells de graves i sorres a argiles orgàniques i argiles torboses entorn els 8 metres de profunditat als dipòsits de Les Palanques i Sidera (Pérez-Obiol, 1988). Aquesta hipòtesi es veu reforçada per la datació de 8.900 cal BP efectuada als nivells de torba documentats al jaciment de La Serra. Prèviament, la llacuna s'hauria ubicat en la part central i oriental del fons de la vall, al voltant del sondeig de CAPISA, on els nivells d'argiles orgàniques vinculades al paleollac apareixen més enllà dels 15 metres de profunditat, amb una datació de 12.780 ± 50 cal BP a 14,19 m de profunditat.

Aquest període de màxima expansió, avaluat a partir dels sondejos més perifèrics, hauria arribat fins un moment imprecís de l'Holocè mig a Sidera (5,25 m de profunditat). No obstant, hi ha algun indicador que ens pot permetre precisar en la ubicació temporal d'aquest procés. L'aparició del vern en la regió en aquest punt de la seqüència, fenomen documentat al dipòsit de Les Palanques durant la segona meitat del 8è mil·lenni, permet plantejar la hipòtesi que el moment de màxima expansió del paleollac hauria tingut fi fa uns 7.500 anys. D'aquesta manera, probablement durant la Prehistòria recent el paleollac es localitzaria a la part més fonda de la vall (entre les cotes 450-460 m, marcada en blau fosc a la FIGURA 3), encara que el nivell de l'aigua podria haver variat de forma estacional en funció de les precipitacions.

El dipòsit de Les Palanques ens aporta l'única datació disponible, fins al moment, per poder conèixer el moment en què es va dessecar de forma definitiva la llacuna per passar a una dinàmica de sedimentació de materials fluvials que originarà la plana actual. La datació de 2.354 ± 120 cal BP planteja la possibilitat que aquesta dessecació es produís en algun moment proper al canvi d'era. No obstant, caldrà portar a terme noves datacions per tal de poder precisar en la datació d'aquesta dessecació definitiva en el punt central del paleollac, en la zona que aquesta massa d'aigua hauria estat potencialment més duradora.

Malgrat es produís la desaparició d'aquesta zona d'aiguamolls, l'estratègia d'ocupació del territori a la vall continuarà seguint les mateixes dinàmiques fins a l'Alta Edat Mitjana, establint els assentaments en les zones més elevades en la perifèria de la part central de la vall, que hauria constituït una zona fàcilment inundable en èpoques de pluja.

Dades paleoambientals durant l'Holocè a la vall d'en Bas

Les anàlisis arqueobotàniques ens permeten reconstruir la història de la vegetació i la gestió dels recursos que van portar a termes les societats del passat. La naturalesa de les restes vegetals del passat dona lloc a una dualitat en la potencialitat del seu estudi, per una banda, són materialitat social, en funció de la seva participació en els processos de producció i gestió dels recursos; per l'altra, són indicadors directes de les condicions mediambientals en un període concret i un lloc determinat.

En aquest context, la palinologia es defineix com l'estudi de les restes de pol·len i espores contingudes en sediments per a reconstruir la resposta de la vegetació a l'acció de diferents agents ambientals o socials. En aquest sentit, la palinologia no només ens permet estudiar l'evolució de la vegetació, sinó també determinar les causes dels canvis en la seva configuració a partir de la relació amb els contextos arqueològics, on s'evidencien les pràctiques socials de cada període històric. Per la seva banda, l'antracologia consisteix en l'anàlisi de les restes de fusta carbonitzada, permetent obtenir informació sobre les estratègies de gestió dels recursos vegetals per a l'obtenció de llenya i de matèria primera per a d'altres processos productius. Les dades antracològiques són també un bon indicador dels components del paisatge vegetal a nivell local en tant que la recol·lecció de la llenya es fa, generalment, a les immediacions dels assentaments.

En aquest treball comptem amb dades procedents de les anàlisis palinològiques i antracològiques efectuades en diferents dipòsits sedimentaris naturals i de jaciments arqueològics de La Garrotxa, amb l'objectiu de caracteritzar l'evolució de la vegetació i de les condicions mediambientals durant l'Holocè a la vall d'en Bas.

Les dades pol·líniques

Com s'ha explicat a la introducció, des de la dècada dels 80 s'han portat a terme diferents treballs paleoecològics a la comarca de La Garrotxa, obtenint diverses seqüències sedimentàries. En aquest treball es discuteixen dades d'aquells sondejos que han aportat dades sobre l'evolució mediambiental durant l'Holocè, principalment, els sondejos de Sidera i Les Palanques (La Vall d'en Bas) i del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts). A més, es tractaran dos sondejos més (Pla de les Preses i CAPISA), dels quals encara no es disposen dades palinològiques (FIGURA 2). A més, s'ha portat a terme l'anàlisi palinològica de diversos jaciments de l'àrea d'estudi, obtenint dades des del Neolític (La Dou) fins l'Alta Edat Mitjana (La Serra).

El sondeig de Les Palanques (La vall d'en Bas), a 458 m, consisteix en una seqüència de 13 m de profunditat, amb la presència de dipòsits al·luvials de graves i sorres a partir dels 9 m de profunditat i una alternança de nivells d'argiles orgàniques, argiles torboses i nivells de torba entre els 4,9 i els 9 m. A partir dels 4,9 m i fins la superfície es documenten nivells palustres. Aquest sondeig aporta dades sobre l'evolució de la vegetació entre el 9è mil·lenni abans del present i l'actualitat, disposant de datacions de 8.169 ± 105 cal BP a 6,3-6,4 m i de 2.354 ± 120 cal BP a 2,6-2,7 m (Pérez-Obiol, 1988). En la primera part de la seqüència dominen els boscos caducifolis amb alts valors de roure, avellaner i om, i una presència important del pi i l'abet. En la segona part, es registra un retrocés del roure i l'avellaner en favor de l'increment de l'alzina i el pi, però sobretot per l'evidència d'una major obertura del paisatge, amb una presència important de brucs, gramínies i altres herbàcies ruderals vinculades a l'impacte antròpic.

El sondeig de Sidera (La Vall d'en Bas), a 468 m, consisteix en una seqüència de 10,5 m de profunditat, presentant dipòsits al·luvials de graves i sorres en la base, argiles orgàniques vinculades a un ambient lacustre entre 5,25-8,55 m de profunditat i argiles inorgàniques d'origen palustre als primers cinc metres de profunditat. Aquesta seqüència aporta dades palinològiques dels últims 9000 anys, disposant d'una única datació de 8.873 ± 127 cal BP a 8,4-8,3 m de profunditat (Pérez-Obiol, 1988). Aquest sondeig mostra dades coincidents amb el dipòsit de Les Palanques, amb un domini durant la primera meitat de l'Holocè dels boscos de caducifolis, principalment roure, avellaner i om; i amb una presència important

del pi i l'abet. Cap a la segona part de la seqüència, es produeix un retrocés dels valors de roure i l'aparició de valors importants de faig i vern, a més d'un augment remarcable dels valors d'herbàcies i del bruc, mostrant una major obertura del paisatge vegetal en cronologies més recents.

Les dades pol·líniques procedents del jaciment arqueològic de La Dou (La Vall d'en Bas) mostren, en primer lloc, la pobresa en material pol·línic de les mostres analitzades, degut a les característiques dels sediments del jaciment, uns llims inorgànics indicatius d'unes dinàmiques de sedimentació que no haurien propiciat la preservació del material pol·línic. Malgrat els problemes de conservació, els resultats ens permeten afirmar la presència de boscos de roure i avellaner i de la presència significativa del pi i l'alzina ja des del Neolític Antic, fa 6800-6200 anys (FIGURA 4). Posteriorment, durant l'Edat del Bronze (3.600-2.900 cal BP) el pi guanya importància respecte a l'alzina i al roure, que desapareixeria, almenys a nivell local (Expósito & Burjachs, 2007).

Les dades pol·líniques del jaciment arqueològic de La Prunera, situat més a l'est, ja fora de la vall d'en Bas, al pla de Sant Cosme (Sant Joan les Fonts), evidencien en el Neolític Final/Calcolític (5.150-4.850 cal BP) la importància dels boscos de caducifolis (avellaner, roure i til·ler) (FIGURA 4), però, sobretot, un predomini de les coníferes (pins, ginebre-savina i avet), fet que evidenciaria l'antropització de l'entorn més pròxim al jaciment (Expósito & Burjachs, 2004).

El sondeig de Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts), a 520 m i proper a la Prunera, consisteix en una seqüència de 21,90 m de profunditat, dels quals només els 5 primers fan referència a l'Holocè, en concret entre el 3.751 ±68 cal BP i l'actualitat. La resta de la seqüència descriu una successió de vegetació durant el Plistocè (amb nivells anteriors al 30.000 BP). Per tant, pel que fa a l'Holocè, aquesta seqüència ens aporta dades sobre l'evolució de la vegetació els darrers 3.800 anys (FIGURA 5), amb el domini dels boscos caducifolis de roure i avellaner (en una dinàmica de retrocés progressiu) i la presència del faig i l'abet a les zones muntanyenques. En la part final de la seqüència, a partir de 1.653 ±61 cal BP, es consolida el retrocés de roure i avellaner, en favor de l'alzina, però sobretot el pi, així com també de l'obertura del paisatge amb l'increment d'herbàcies ruderals i de plantes de ribera, que guanyarien terreny, a nivell local, a arbres caducifolis i de ribera (Burjachs, 1994).

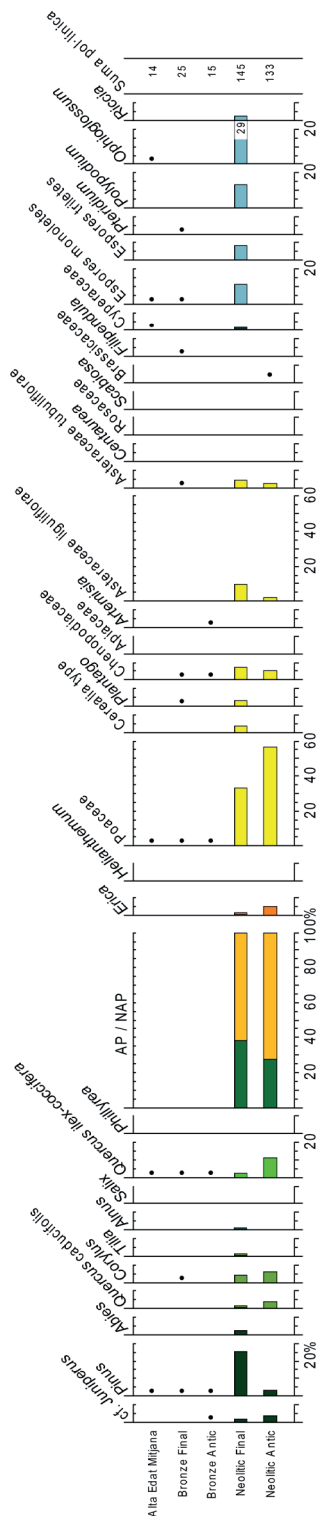


FIGURA 4. Diagrama pol·línic de l'anàlisi dels jaciments arqueològics (La Dou, La Prunera i La Serra). Resultats per períodes cronològics expressats en freqüències relatives (percentatges) i en absència/presència en aquelles mostres pobres en material pol·línic.

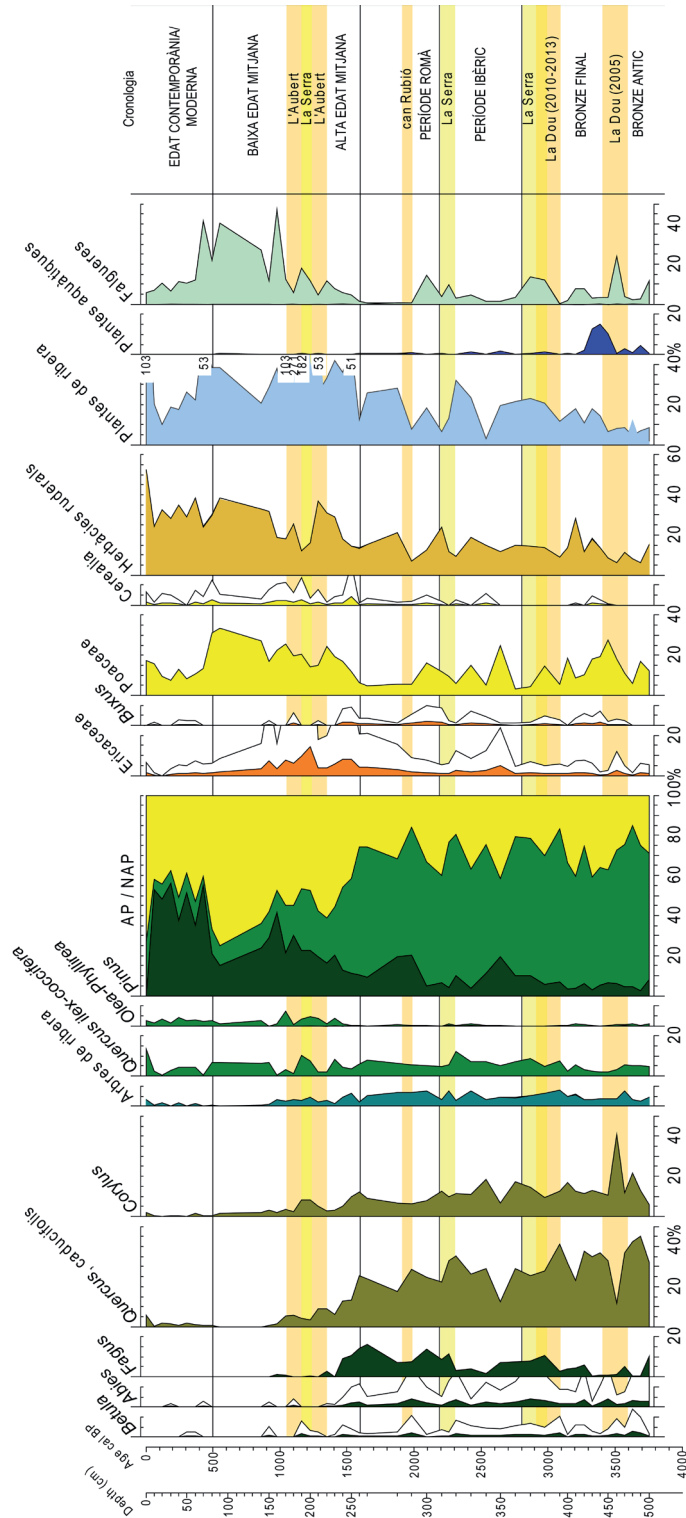


FIGURA 5. Diagrama pol·línic del sondeig de pla de l'Estany (redibuixat a partir de Burjachs 1994).

L'anàlisi palinològica de mostres del jaciments arqueològic de La Serra (La vall d'en Bas), de cronologia altmedieval (s. VII-VIII; 1.260 ±40 BP), també ha mostrat una pràctica esterilitat dels sediments analitzats, documentant exclusivament pins, alzines i gramínies, un conjunt d'espècies molt reduït en relació a la vegetació que va existir, tal i com podem conèixer a partir de les dades pol·líniques dels dipòsits lacustres i de l'anàlisi antracològica del jaciment.

Finalment, es compta amb dos sondejos en els quals, per ara, no s'han efectuat anàlisis palinològiques, però que aporten dades interessants de caràcter sedimentològic. El sondeig de CAPISA (Les Preses), a 459 m, consisteix en una seqüència de 40 metres de profunditat, de la qual es disposa de dues datacions (12.780 ±50 cal BP - Beta 299520- a 14,19 m, encarregada en 2011, i 12.581 ±164 -Gif 8221- a 15 m, encarregada en 1989). D'altra banda, el sondeig del pla de les Preses (La vall d'en Bas), a 458 m, consisteix en una seqüència de 15 metres de profunditat, extreta el passat any 2014, pel que les analítiques es troben encara en una fase molt incipient. Els resultats de la descripció macroscòpica dels sediments han permès documentar la presència de sediments argilosos orgànics vinculats al paleollac entre els 7-15 m de profunditat, sense disposar pel moment de datacions que permetin ubicar-los de forma precisa en el temps.

Les dades antracològiques

Les anàlisis antracològiques de jaciments arqueològics corresponents a diferents períodes, tant de la Prehistòria recent, com de períodes històrics, ens permet completar la visió sobre l'evolució de la vegetació que podem reconstruir a partir de les anàlisis desenvolupades en els dipòsits lacustres. Els carbons reflecteixen l'entorn més proper als assentaments, on es recol·lectava el combustible, per tant també aporten dades sobre com va ser explotat aquest entorn.

Els resultats de l'anàlisi antracològica del sector neolític de La Dou i del jaciment de Codella, a més de permetre caracteritzar la gestió dels recursos vegetals d'aquestes comunitats del Neolític Antic, ens ha permès completar la visió sobre la vegetació que hauria existit en aquests moments concrets de la Prehistòria. En aquest sentit, les espècies més explotades durant el Neolític van ser el roure, el boix i les rosàcies-pomoidees, encara que també es documenta la presència de pins, teix, avellaner, avet, bedoll, aurons i salzes (FIGURA 6). Això ens parla d'un paisatge vegetal de muntanya humida amb influències atlàntiques dominat pels boscos caducifolis, amb el roure a l'estrat arbori i el boix, avellaner i les rosàcies proliferant a les clarianes obertes al bosc.

Posteriorment, comptem amb les dades antracològiques del jaciment de La Prunera (Sant Joan les Fonts) que aporten dades sobre l'ocupació englobada en el Neolític Final (5.150-4.850 cal BP). En aquest moment es produeix una explotació intensiva de la boxteda, la roureda i dels boscos de ribera (principalment el freixe). Tanmateix es pot dir que es porta a terme una explotació poc selectiva per al proveïment de combustible (Ferré & Piqué, 2002), registrant-se una alta varietat d'espècies: pi, avet, ginebre-savina, teix, om, salze, alzina, avellaner, aranyoner i rosàcies-pomoidees (FIGURA 6).

Pel que fa al període altmedieval es compta amb dades de dos jaciments: La Serra i l'Aubert (La Vall d'en Bas). En el jaciment de La Serra, excavat durant la intervenció d'urgència de l'any 2005, l'anàlisi dels carbons de període altmedieval (s. VII-VIII; 1.260 ±40 BP) mostra un predomini del roure, i la presència puntual de faig, arboç i boix.

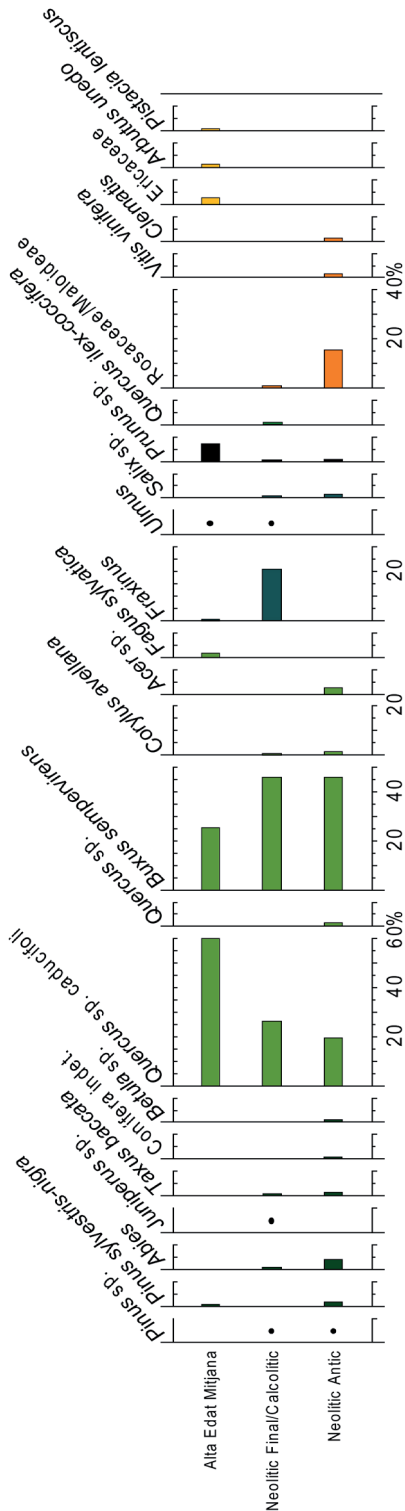


FIGURA 6. Diagrama antracològic de l'anàlisi dels jaciments arqueològics (La Dou, Codella, La Prunera, La Serra i L'Aubert). Resultats per períodes cronològics expressats en freqüències relatives (percentatges).

L'Aubert, un assentament rural ocupat entre els segles VI-X ha proporcionat dades antracològiques que ens permeten conèixer l'ús que es va fer del bosc durant l'Alta Edat Mitjana. En una primera fase d'ocupació, entre mitjans s. VII- s. VIII, el roure és el tàxon més utilitzat, a més d'altres formacions forestals presents en l'entorn com les fagedes, pinedes de pi roig, boscos mediterranis escleròfils (alzina) o boscos de ribera (freixe i om), o arbustives (brucs i llentiscle). En canvi, en la segona fase es documenta un predomini del boix, absent en la fase anterior, i un paper secundari del roure, el que ens parla d'un paisatge vegetal més obert, proliferant el boix en les clarianes obertes al bosc per la explotació de la fusta de roure en aquest període.

En síntesi, les dades antracològiques mostren un canvi entre el paisatge que s'explota durant el Neolític/Edat del Bronze i l'Edat Mitjana. Aquest canvi ve marcat sobretot pels tàxons secundaris: les espècies de muntanya humida com el bedoll o l'avet, que estaven presents durant el neolític, desapareixen, mentre que els arbres i arbusts mediterranis, *Quercus* escleròfils, ericàcies i llentiscles, proliferen a partir del Neolític Final i especialment en època històrica (FIGURA 6). No obstant al llarg de la seqüència el que destaca més és l'alternança entre el consum de roure i boix, que són els tàxons més característics i recurrents.

Història de la vegetació durant l'Holocè a la vall d'en Bas

Les dades palinològiques i antracològiques ens permeten reconstruir, a grans trets, l'evolució que va tenir la vegetació des dels inicis de l'Holocè fins els nostres dies, així com la seva resposta davant els canvis experimentats en el clima i els causats per l'activitat humana. D'ençà el final de la última glaciació s'inicià un procés d'expansió dels boscos en relació amb la recuperació climàtica que suposa

l'inici de l'Holocè, fa 11.700 anys, protagonitzat en primer lloc per les coníferes (pins, ginebres i savines) i els avellaners, i, posteriorment la roureda i en menor mesura l'alzinar (Burjachs, 1991).

Fa entre 9.000-7.000 anys, abans de l'arribada de les primeres comunitats agrícola-ramaderes a la vall d'en Bas i en un context de clima temperat i més humit que l'actual, existia una cobertura forestal densa, amb el predomini de roures i avellaners, però comptant també amb la presència d'aurons, arços blancs, savines i ginebres, a les parts més baixes de la vall, l'alzina a les vessants a solell, boscos de ribera prop dels cursos d'aigua amb freixes, salzes, pollancre i oms, i el domini de bedolls, avets i pins a les muntanyes.

En aquest punt es produirà el que es coneix com l'Òptim Climàtic de l'Holocè, que tindrà com a bosc clímax la roureda, que li guanya terreny a l'avellaner. En aquest moment, a més, és destacable l'aparició del faig en el registre pol·línic, un arbre significatiu en la vegetació actual de la comarca. Entre el 6.800 i el 6.200 cal BP, moment en què es documenten les primeres evidències de poblament agrícola-ramader a la vall, amb els jaciments de La Dou i Codella, durant el període Neolític Antic, s'observa una lleu expansió d'algunes herbàcies que haurien proliferat a causa de l'impacte de les pràctiques econòmiques d'aquestes comunitats. En aquest sentit, es documenten artemísies i blets, que es poden considerar males herbes o herbàcies ruderals, així com gramínies, plantatges i asteràcies típiques de prats o pastures. A més, apareixen les primeres evidències de pol·len de cereal. En aquest context les primeres comunitats neolítiques de la vall d'en Bas van explotar els boscos de caducifolis per proveir-se de llenya, on s'aprofitaria tant l'estrat arbori com l'arbustiu tal com mostren les anàlisis antracològiques dels jaciments de La Dou i Codella, (FIGURA 6). Les dades antracològiques indiquen també l'aprofitament d'arbres com el teix, de gran valor econòmic per les poblacions neolítiques.

El poblament de la vall d'en Bas durant el Neolític Antic no tindrà un impacte irreversible sobre el desenvolupament de la vegetació, sinó que més aviat hauria estat limitat a l'entorn immediat dels jaciments com mostra l'elevat percentatge d'herbàcies en l'espectre pol·línic en aquest període (FIGURA 4). A partir d'aquest moment, la vegetació seguirà les dinàmiques imposades per l'evolució climàtica. En aquest sentit, a partir de fa 5000 anys s'inicia el període climàtic Subboreal, caracteritzat per una major aridesa, però que a la comarca de La Garrotxa no hauria tingut un gran efecte (a part de l'expansió de l'alzina), com mostra el manteniment d'alts valors de roure, faig i avellaner en les seqüències pol·líniques de Sidera i Les Palanques (Pérez-Obiol, 1988). No obstant en els registres antracològics neolítics no es documenta l'aprofitament de l'alzina durant aquest període, pel que es pot plantejar que la seva disponibilitat en l'entorn local dels assentaments probablement no era significativa.

Fa entre 5030 i 3700 anys, en el període conegut com Neolític Final/Calcolític, no disposem d'evidències d'ocupació en el si de la vall d'en Bas, però sí a poca distància, amb l'ocupació del jaciment de La Prunera (Sant Joan les Fonts). En aquest jaciment, ocupat entre 5.150-4.850 cal BP, haurien aprofitat els boscos de ribera i les rouredes. A més, l'abundància de boix en el registre antracològic sens dubte bé donat per una major disponibilitat a nivell local, el que seria resultat d'una major obertura del paisatge fruit de l'acció humana sobre el bosc.

A partir de l'Edat del Bronze (3.800-2.900 cal BP) comptem amb dades del sondeig del Pla de l'Estany, que amb tres datacions en dos metres de sediment, ens permet disposar de dades amb una alta precisió cronològica per conèixer quina hauria estat l'evolució

de la vegetació durant aquest període històric (FIGURA 5). A nivell mediambiental, probablement estaríem en un moment de progressiu retrocés de la massa d'aigua del paleollac, ja dessecat a l'àrea de Sidera i amb diferents episodis de canvis sedimentològics amb una alternança d'argiles orgàniques i torbes subaèries que culminarà en la dessecació definitiva en el 2.354 ± 120 cal BP a Les Palanques (Pérez-Obiol, 1988).

Cap a finals del període de l'Edat del Bronze, les dades són escasses però mostren l'explotació de la roureda per al proveïment de llenya i de material de construcció, en són testimoni les restes de fusta carbonitzada de roure i boix recuperades a l'estructura de La Dou-2 i al fossat del Bronze Final de La Dou (Alcalde *et al.*, 2014). En el registre pol·línic es documenta clarament la pertorbació en la roureda, que donarà lloc a la proliferació d'arbres secundaris com l'avellaner (FIGURA 5), que es veurà afavorit per les clarianes obertes al bosc, i per algunes herbàcies que proliferen en aquest moment: artemísies, blets, gramínies, talictres, plantatges, asteràcies i cariofil·làcies (Burjachs, 1994).

En aquest període, la vall d'en Bas encara era coberta en la seva major part per rouredes, a les parts més baixes, i per faigs i avets a les muntanyes. Sense oblidar que a les planes hi havia uns boscos de ribera compostos principalment per salzes, verns i oms. A més, s'evidencia una reculada dels avellaners, així com un augment de les alzines, fets que indiquen una reducció en les precipitacions. En aquest sentit, cal dir que es tracta d'una vegetació excepcional en el seu context, degut a que la zona de la vall d'en Bas i Olot haurien gaudit d'un règim pluviomètric superior a les regions veïnes, tal com succeeix en l'actualitat. D'aquesta manera, s'explica que malgrat la pressió humana en ascens progressiu des de l'Edat del Bronze fins els nostres dies, s'hagin conservat les fagedes i rouredes (Burjachs a Alcalde & Saña, 2009).

Durant el primer mil·lenni abans de la nostra era es documenten noves evidències d'ocupació a la vall d'en Bas, primer en el període ibèric amb el jaciment de La Serra, amb una ocupació entre el segle IV i el segle II ANE, posteriorment, amb l'assentament romà de can Rubió, que hauria estat ocupat entre finals del segle I ANE i les primeres dècades del s. I AD (Guàrdia i Harzbecher, a Alcalde & Saña, 2009). La vegetació en aquest moment es caracteritza per l'augment exponencial de l'impacte humà sobre el bosc, per tal de satisfer una demanda en augment de fusta per a les diferents activitats productives vinculades a l'expansió de les vil·les romanes pel territori. D'aquesta manera, es veuran afectades les rouredes, fagedes i avetoses, produint-se una expansió de la pineda i de l'estrat arbustiu, així com també de gramínies i diferents herbàcies ruderals vinculades a l'obertura de camps de conreu i de pastures (FIGURA 5). En aquest moment, la plana d'en Bas s'aniria configurant com la coneixem avui dia, amb la desaparició definitiva d'una zona d'aiguamolls, passant a una dinàmica de sedimentació fluvial, com mostren les argiles característiques de les planes d'inundació dels rius als dipòsits de Les Palanques i Sidera.

A partir dels inicis de l'Alta Edat Mitjana, es produeix l'establiment d'un poblament permanent a la vall d'en Bas, com mostren les evidències arqueològiques de La Serra (segles VII-VIII; 1.260 ± 40 BP, Gibert & Martín, 2011) i de L'Aubert (segle VI- segle X). Posteriorment, aquest procés es veurà consolidat a partir dels segles X-XI, quan en les documentacions escrites trobem ja molts dels noms dels pobles i llocs actuals. En aquest sentit, durant aquests segles apareix documentada una trama administrativa que d'alguna manera prefigura l'estructura de la vall tal i com avui la coneixem (Folch i Gibert a Alcalde & Saña, 2009). Durant l'Edat Mitjana es veu consolidat el procés de modificació del paisatge iniciat en l'època romana. Com es pot observar en les dades

procedents del Pla de l'Estany (Burjachs, 1994) (FIGURA 5), els boscos de caducifolis es veuen reduïts per la seva intensiva explotació per a l'obtenció de llenya i fusta, demostrat en les dades antracològiques de La Serra i L'Aubert (FIGURA 6). D'aquesta manera, les dades arqueobotàniques indiquen un avenç de les boixedes en les clarianes obertes al bosc, en un ambient de bosc mixt d'alzina, roure i pi. A més, els arbres de ribera retrocedeixen degut a l'assentament, a partir d'aquest moment, de poblacions a la plana, establint-hi camps de conreu. Les obertures al bosc es veuen colonitzades en part per herbàcies associades als camps de conreu, però també per matollars, falgueres i algunes plantes de ribera, com les ciperàcies i la boga, que podrien haver estat potenciades intencionadament per l'aprofitament de les seves fibres.

La vegetació dels darrers segles es caracteritza pel fort impacte que la continua explotació dels boscos caducifolis ha tingut sobre el desenvolupament natural de la vegetació, veient-se afavorits l'alzinar i la pineda, que aniran guanyant terreny de forma progressiva a les elevacions que envolten la vall d'en Bas. D'altra banda, l'activitat agrícola i ramadera hauria provocat el retrocés dels boscos de ribera a la pràctica totalitat de l'extensió de la plana. La cobertura forestal no es recuperarà fins la segona meitat del segle XX, quan la introducció de combustibles fòssils i de nous materials alternatius a la fusta haurien provocat un descens en l'explotació dels boscos.

CONCLUSIONS I PERSPECTIVES DE FUTUR

Aquest treball ens ha permès conèixer, en termes generals, l'evolució paleoambiental de la vall d'en Bas durant els darrers 11.700 anys, on el paleollac format pel barratge del riu Fluvià hauria tingut un paper transcendent, tant per al desenvolupament de la vegetació com per l'articulació del poblament prehistòric de l'àrea. A més, hem pogut conèixer la dinàmica de poblament a la vall d'en Bas al llarg de la història i, a partir de les dades antracològiques, la gestió del bosc que es va a portar a terme des del Neolític fins l'Alta Edat Mitjana, on els boscos caducifolis, i especialment el roure, han estat explotats per a satisfer les necessitats socials.

No obstant, les dades que hem exposat deixen encara obertes algunes preguntes. En primer lloc, els problemes de conservació del material pol·línic en els jaciments arqueològics i la manca de seqüències naturals datades amb precisió en el període Neolític no ens ha permès conèixer amb precisió l'impacte que hauria tingut la gestió dels recursos vegetals en el moment d'establiment de les primeres comunitats agrícoles i ramaderes a la vall d'en Bas. D'altra banda, el coneixement actual de les dinàmiques de formació, sedimentació i dessecació del paleollac, així com de la ubicació temporal d'aquests processos, es pot considerar imprecisa, resultant necessària una intensificació en la recerca sobre l'evolució paleoambiental d'aquesta vall. En aquest punt, seran claus les dades que ens aportarà l'anàlisi interdisciplinària del nou sondeig efectuat en la zona del pla de les Preses.

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha portat a terme en el marc del projecte Evolució del poblament i ús del territori al prepirineu oriental durant la prehistòria recent (8000-900 cal ANE): anàlisi arqueoecològica de les dinàmiques de canvi social i de la gestió dels recursos naturals (2014/100638).

BIBLIOGRAFIA

- AGUSTÍ, B.; ALCALDE, G.; BURJACHS, F.; BUXÓ, R.; JUAN-MUNS, N.; OLLÉ, J.; ROS, M.T.; RUEDA, J.M. & TOLEDO, A. 1987. Dinàmica de utilització de la Cova 120 per l'home en els darrers 6000 anys. *Sèrie monogràfica*, 7. Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona, Girona.
- ALCALDE, G.; BORRELL, F.; CASELLAS, S.; CLOP, X.; FAURA, J.M.; MOLIST, M.; OLIVA, M.; SAÑA, M. & VICENTE, O. 2003. Intervencions arqueològiques al jaciment de La Prunera (Sant Joan les Fonts, La Garrotxa) durant els anys 2000 i 2001. *Jornades d'Arqueologia de Girona*, 2002.
- ALCALDE, G.; BORRELL, F.; CASELLAS, S.; CLOP, X.; FAURA, J.M.; MOLIST, M.; OLIVA, M.; SAÑA, M. & VICENTE, O. 2005. La Prunera, un assentament del neolític final a l'aire lliure a la zona dels Prepirineus catalans. *Tribuna d'Arqueologia* 2001-2002, 39-59.
- ALCALDE, A.; BOSCH, A. & BUXÓ, R. 1991. L'assentament neolític a l'aire lliure de Plansallosa (La Garrotxa). *Cypsela*, 9: 49-64.
- ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; LLADÓ, E.; SAÑA, M.; TORNERO, C. & VALENZUELA, A. 2009a. 4680 anys abans de la nostra era a Codella, primeres experiències pageses a la vall d'en Bas, a Alcalde, G.; Saña, M. (eds.). *Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la vall d'en Bas*, Amics de Besalú i el seu Comtat, 29-43.
- ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; LLADÓ, E.; SAÑA, M.; TORNERO, C. & VALENZUELA, A. 2009b. Memòria de les intervencions arqueològiques realitzades al jaciment de la Dou (Sant Esteve d'en Bas, la Garrotxa). Anys 2005 – 2008. Servei d'Arqueologia. Direcció General del Patrimoni Cultural. Departament de Cultura. Document inèdit.
- ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; NAVARRETE, V.; PONS, E.; REVELLES, J.; ROSILLO, R.; SALA, R.; SAÑA, M.; TORNERO, C. & VILA, O. 2014. Intervencions arqueològiques al jaciment de La Dou 2012-2013 (Sant Esteve d'en Bas, La Garrotxa). *Dotzenes Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona*, Besalú, 65-73.
- ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; PONS, E.; SAÑA, M. & TORNERO, C. 2012. Excavacions arqueològiques al jaciment de La Dou 2010-2011 (Sant Esteve d'en Bas, La Garrotxa), *XI Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona*, Girona, 71-78.
- ALCALDE, G.; MOLIST, M. & SAÑA, M. 1999. Avance preliminar sobre la dinàmica de las ocupaciones neolíticas documentadas en el yacimiento de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa, Catalunya), *Saguntum*, extra-2: 337-342.
- ALCALDE, G.; MOLIST, M. & SAÑA, M. 2002. Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 5480 i 2900 CAL. A.C. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa*, 7, Olot, Museu Comarcal de la Garrotxa,
- ALCALDE, G.; MOLIST, M.; SAÑA, M. & TOLEDO, A. 1997. Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 2900 i el 1450 cal a.c. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa*, 2. Olot, Museu Comarcal de la Garrotxa.
- ALCALDE, G. & SAÑA, M. 2008. Procés d'ocupació de la Bruma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 7400 i 5480 cal AC. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa*, 8. Olot, Museu Comarcal de la Garrotxa.
- ALCALDE, G.; SAÑA, M. & TORNERO, C. 2009b. Memòria de les intervencions arqueològiques realitzades al jaciment de la Codella (Les Preses, la Garrotxa). Anys 2003–2006. Servei d'Arqueologia. Direcció General del Patrimoni Cultural. Departament de Cultura. Document inèdit.
- BOLÓS, X.; PLANAGUMÀ, LL. & MARTÍ, J. 2014. Volcanic stratigraphy of the Quaternary La Garrotxa Volcanic Field (NE Iberian Peninsula). *Journal of Quaternary Science*, 29 (6), 547-560.
- BURJACHS, F. 1990. Evolució de la vegetació i paleoclimatologia des de fa mes de 85.000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi pol·línica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, la Garrotxa), *Vitrina*, 5, 39-46.
- BURJACHS, F. 1991. Palinologia dels dòlmens de l'Alt Empordà i dels dipòsits quaternaris de la Cova de L'Arbreda (Serinvà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa mes de 140.000 anys al N.E. de la Península Ibèrica. PhD. Thesis, Universitat Autònoma de Barcelona.

- BURJACHS, F. 1994.** Palynology of the Upper Pleistocene and Holocene of north-east Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology*, 9, 17-33.
- BURJACHS, F. 2009.** La vegetació i el clima a la vall d'en Bas a l'entorn del 930 abans de la nostra era, a Alcalde, G i Saña, M. (eds.). Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la vall d'en Bas. Amics de Besalú i el seu Comtat, Besalú. Girona, 75-76.
- BURJACHS, F.; CARTAÑÀ, M. & MONTEIS, J. 1985-86.** Primers resultats sobre la paleoclimatologia i dinàmica del dipòsit lacustre quaternari del Pla de l'Estany (St. Joan les Fonts, Garrotxa). *Vitrina*, 1, 27-36
- BURJACHS, F. & ROURE, .T.M. 1985.** Primeros resultados del análisis polínico del depósito lacustre del Pla de l'Estany (Olot, Girona), *Anales de 10 A.P.L.E.*, II, 301-306
- BURJACHS, F. & ROURE, J.M. 1987.** Le dépôt lacustre du Pla de l'Estany (Olot, Catalogne). Palynologie et étude paléoécologique du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans le NE de la Péninsule Ibérique. *Travaux et Documents de Géographie Tropicale*, 59, 28
- CARTAÑÀ, M. 1983.** Estudi dels briòfits i altres macrorestes semifòssils al Pla de l'Estany (Garrotxa). Tesis de Llicenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona.
- CASAS, C. & CARTAÑÀ, M. 1984.** *Meesia longiseta* Hedw. en una turbera del Cuaternario superior en el Pla de l' Estany (Garrotxa, Girona). *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie*, 5:127-134.
- CROS, J.; PÉREZ-OBÍOL, R. & ROURE, J. 1986.** Primeres dades sobre la vegetació i el clima del Quaternari Mitjà a Olot (NE Península Ibèrica). *Collectanea Botanica*, 16 (2): 365-369.
- EXPÓSITO, I. & BURJACHS, F. 2004.** Palinologia de La Prunera. IPHES. Tarragona. 13 pp. Informe inèdit.
- EXPÓSITO, I. & BURJACHS, F. 2007.** Anàlisi palinològica dels jaciments de La Dou-2, La Dou i La Serra (Vall d'en Bas, La Garrotxa). IPHES, Tarragona. 31 pp. Informe inèdit.
- FERRÉ, M. & PIQUÉ, R. 2002.** Explotació del paisatge forestal al Neolític Final: Resultats preliminars de l'estudi antracològic de la Prunera (Olot). Pirineus i veïns al 3er mil·lenni AC. De la fi del Neolític a l'edat del Bronze entre l'Ebre i la Garona: 235-243, Puigcerdà, Institut d'Estudis Ceretans.
- FOLCH, C. & GIBERT, J. 2009.** Segles VIII i IX, un assentament rural a L'Aubert, a Alcalde, G & Saña, M. (eds.). Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la vall d'en Bas. Amics de Besalú i el seu Comtat, Besalú. Girona, 93-110.
- FOLCH, C. & GIBERT, J. 2014.** L'Aubert (La Vall d'en Bas, la Garrotxa) (segles VI-X dC): un assentament rural en els orígens del Comitatus Bisuldunense, *Quaderns de les assemblees d'estudis*, 1: 143-156.
- GIBERT, J. & MARTIN, P. 2006.** El jaciment arqueològic de La Serra (La Vall d'en Bas). Resultats preliminars. Vuitenes Jornades d'Arqueologia de Girona, 125-129.
- GIBERT, J. & MARTIN, P. 2011.** Les fosses altmedievals del jaciment de La Serra (la Vall d'en Bas). Amics de Besalú. X Assemblea d'Estudis del Seu Comtat, 50 anys.
- GUÀRDIA, J. & HARZBECHER, K. 2009.** A l'entorn del canvi d'era a Rubió, a Alcalde, G. & Saña, M. (eds.). Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la vall d'en Bas, Amics de Besalú i el seu Comtat, Besalú. Girona, 77-89.
- MALLARACH, J.M.; PÉREZ-OBÍOL, R. & ROURE, J. 1985.** Aportaciones al conocimiento del clima y la vegetación durante el cuaternario reciente en el NE de la Península Ibérica. Actas de la 1ª reunión del cuaternario ibérico, Lisboa.
- MONTEIS, J. 1985.** Cladòcers, quironòmids i altres restes animals subfòssils del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Tesis de Llicenciatura, Universitat de Barcelona.
- PÉREZ-OBÍOL, R. 1988.** Histoire Tardiglaciaire et Holocène de la végétation de la région volcanique d'Olot (NE Péninsule Ibérique). *Pollen et Spores*, 30 (2): 189-202.
- PUIGURIGUER, M.; ALCALDE, G.; BASSOLS, E.; BURJACHS, F.; EXPÓSITO, I.; PLANAGUMÀ, LL.; SAÑA, M. & YLL, E. 2012.** 14C dating of the last Croscat volcano eruption (Garrotxa Region, NE Iberian Peninsula), *Geologica Acta*, 19 (1), 43-47.
- PIQUÉ, R. 2005.** Paisaje y gestión de recursos forestales entre el VI y IV milenio cal AC en el Noreste de la Península Ibérica. III Congreso de Neolítico de la Península Ibérica. pp. 45 – 52, Universidad de Cantabria.