

Raquel Cunill Artigas

**Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior  
del bosc durant el període holocènic a la zona de  
Plaus de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català.**

Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals



Tesi doctoral dirigida per

Joan Manuel Soriano López

Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona  
Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 2010

### 3.3. Fonts documentals històriques

L'ús de les fonts documentals històriques en aquesta recerca es centra en l'evolució del límit superior del bosc durant el nostre passat recent com a resultat de la fi del sistema tradicional de muntanya. Si bé fins ara s'ha treballat amb una visió evolutiva dels últims 10.000 anys, en aquest apartat ens centrem en un moment concret de canvi d'aquesta història per aprofundir en la dinàmica actual.

La trajectòria social i econòmica durant el segle XX de moltes àrees pirinenques ve marcada per la introducció i consolidació d'un nou model econòmic capitalista al país. El territori canviarà de forma clara i amb ell el paisatge.

El model tradicional es basa en una gran especialització ramadera acompanyada d'una agricultura de subsistència i unes relacions exteriors lligades amb el bestiar (fires, mercats, transhumància...)

Els grans canvis s'inicien amb l'entrada de la indústria hidroelèctrica a la capçalera de la vall durant la primera meitat del segle passat. Aquest procés de trencament amb el sistema es consolida a la dècada dels cinquanta i seixanta quan la capitalització i la industrialització de l'agricultura i la ramaderia deixen sense poder competitiu la ramaderia extensiva de muntanya. El flux emigratori cap a les àrees industrialitzades s'accelera de forma dràstica. El sector turístic, ja amb una cert bagatge a la vall de Cardós, es planteja avui com el principal motor de l'economia d'aquesta àrea. L'excursionisme a l'estiu i els esports de neu a l'hivern dibuixen la terciarització de la vall.

Per analitzar les conseqüències d'aquests canvis en el límit altitudinal del bosc, inicialment es veurà l'evolució física d'aquest a partir del tractament cartogràfic de fonts gràfiques històriques (fotografies aèries). Aquestes ens permetran dur a terme una anàlisi comparativa de mig segle d'abast.

En una segona fase, s'analitzarà el comportament que ha tingut durant aquest últim segle un element clau per l'evolució del límit altitudinal forestal com és el pasturatge extensiu dels prats alpins. La metodologia aquí emprada es basa en la consulta i anàlisi de fonts documentals històriques escrites.

### **3.3.1. Geohistòria ambiental i fonts documentals**

Els documents que podem trobar en un arxiu històric poden tenir molt diferent formats (àudio, imatge, text...) i fer referència a aspectes diversos de la vida quotidiana del pobles i les persones (testaments, inventaris, padrons, cadastres, memòries personals o encarregades per alguna institució o administració...) Cada tipus de document pot satisfer objectius de recerques molt diverses.

Molts són els autors que han emprat les fonts documentals històriques en els seves recerques de geohistòria ambiental. La reconstrucció dels paisatges antics deriva de la tradició alemanya de la geografia cultural, que a Espanya es pot trobar en els llibres publicats per l'editorial Labor en les dècades de 1920 i 1930 (Mendizàbal 2009) i que després va desenvolupar Carl O. Sauer. Les fonts utilitzades són les "arqueològiques" i les documentals que es troben en els arxius. A més de Carl O. Sauer, les fonts documentals han estat àmpliament utilitzades per geoarqueòlegs com Karl Butzer (1989) o geohistoriadors com Alfred W. Crosby (1988, 1991).

Es pot considerar el treball de l'historiador francès Emmanuel Le Roy Ladurie (1991) com una de les mostres clàssiques de la geohistòria ambiental. El llibre tracta de la petita

edat del gel entre 1300 i 1700 als Alps francesos a partir de la informació que hi ha sobre boscos i veremes als arxius del departament de l'Alta Savoia i sobre les geleres en els arxius comunals de Chamonix (Le Roy Ladurie 1991, p. 519). Aquest historiador intenta trobar seqüències anuals, quantitatives, consecutives i homogènies dels elements meteorològics a partir de la dendrocronologia i relaciona el major o menor creixement dels arbres amb altres informacions, com per exemple les dates de l'inici de la verema: que aquesta sigui més d'hora o més tard mostra que aquell anys sigui més o menys fred i que tingui més o menys pluja. La concordança de les sèries dendrocronològiques amb les dades sobre veremes que troba en els arxius abans citats mostra l'interès de buscar informació en els arxius històrics. També serà a França on les reconstruccions paisatgístiques a partir del material d'arxiu serà tema de guies específiques o publicacions generals sobre les fonts documentals i escrites (Corvol i Richefort 1995). Per altra banda les fotografies també es faran un lloc a l'hora d'explicar les dinàmiques paisatgístiques recents (Métailié 1986).

Al voltant de la climatologia històrica hi ha molts treballs. És de destacar l'escola del geògraf i historiador suís Christian Pfister, qui ha estat un dels impulsors d'un banc de dades històric de climatologia per Europa a partir de les més diverses dades quantitatives i qualitatives que s'han trobat en els arxius europeus. Pel que fa a la geohistòria climàtica de Catalunya, el geògraf Mariano Barriendos ha utilitzat aquest tipus de metodologia qualitativa en moltes de les seves recerques (Barriendos 1995, 1997; Barriendos i Vide 1998).

Al voltant del paisatge Pirinenc cal esmentar el treball d'Alber Pèlachs (Pèlachs 2000; Pèlachs *et al.* 2009; PÈLACHS *et al.* 2008) referit a l'evolució del paisatge forestal del mig Pallars. D'altres autors que han utilitzat fonts documentals històriques majoritàriament fotografia aèria al Pirineu són Joan Manuel Soriano (1994), David Molina (2000), Núria Matamala (2003) Maria Barrachina (2007) o Anna Serra (2007 ) entre d'altres.

### 3.3.2. Evolució física del límit superior del bosc durant l'últim mig segle.

La disponibilitat de fonts gràfiques, de fotografies aèries dels anys 1956/57 i 2003, permet realitzar una anàlisi dels canvis en el límit superior del bosc a través d'un procediment basat en el tractament cartogràfic.

L'àrea escollida per la digitalització inclou tota l'àrea dels Plaus de Boldís-Montarenyo per sobre dels 1.900 m d'altitud. S'ha escollit aquest límit altitudinal per tal d'abastar les àrees analitzades amb les altres metodologies emprades en aquesta recerca. Per altra banda, l'àrea treballada ens permet l'anàlisi d'una àrea prou gran perquè tinguem característiques de terreny ben diferents: insolació (obaga-solana), pendent, ús del sòl, etc.

#### 3.3.2.1. Metodologia

##### a) Georeferenciació

Aquesta anàlisi de dos moments tan concrets és possible gràcies a l'existència d'un document gràfic històric de gran vàlua com són les fotografies aèries realitzades pels Estats Units d'Amèrica als anys 1956-57 (*Vol americà*). Són gestionades pel Ministerio de Defensa i tenen una escala aproximada de 1:33.000. La seva gran vàlua perquè rau en el fet que ens mostren moments de canvis profunds en el si dels territoris pirenaics.

Les fotografies de l'any 2003 són fotografies realitzades per l'Institut Cartogràfic de Catalunya. Ambdós casos les fotografies permeten una escala de treball detallada que ronda a l'1:5.000 amb un costat de píxel d'un metre en les més antigues i 0,5 m en les més recents.

Les ortofotografies de l'any 1956-57 referides a aquesta zona i a tota l'àrea del Parc Natural de l'Alt Pirineu i Pallars Sobirà van ser georeferenciades pel GRAMP en el si de diversos projectes<sup>1</sup>. Aquestes van ser georeferenciades mitjançant *Miramon*, programari

---

<sup>1</sup> Projecte científic-tècnic de definició de subunitats paisatgístiques del Parc Natural de l'Alt Pirineu; Projecte d'Ajuts Pont Grups Recerca UAB (PRP2005-01) i Projecte de l'anàlisi de la fotografia aèria de l'any 1956 per a l'estudi dels canvis d'usos del sòl i l'impacte ambiental de l'etapa franquista al Pirineu Central Català (2005AREM10005).

de Sistemes d'Informació Cartogràfica que s'ha emprat per tot el procés cartogràfic (figura 3.43).

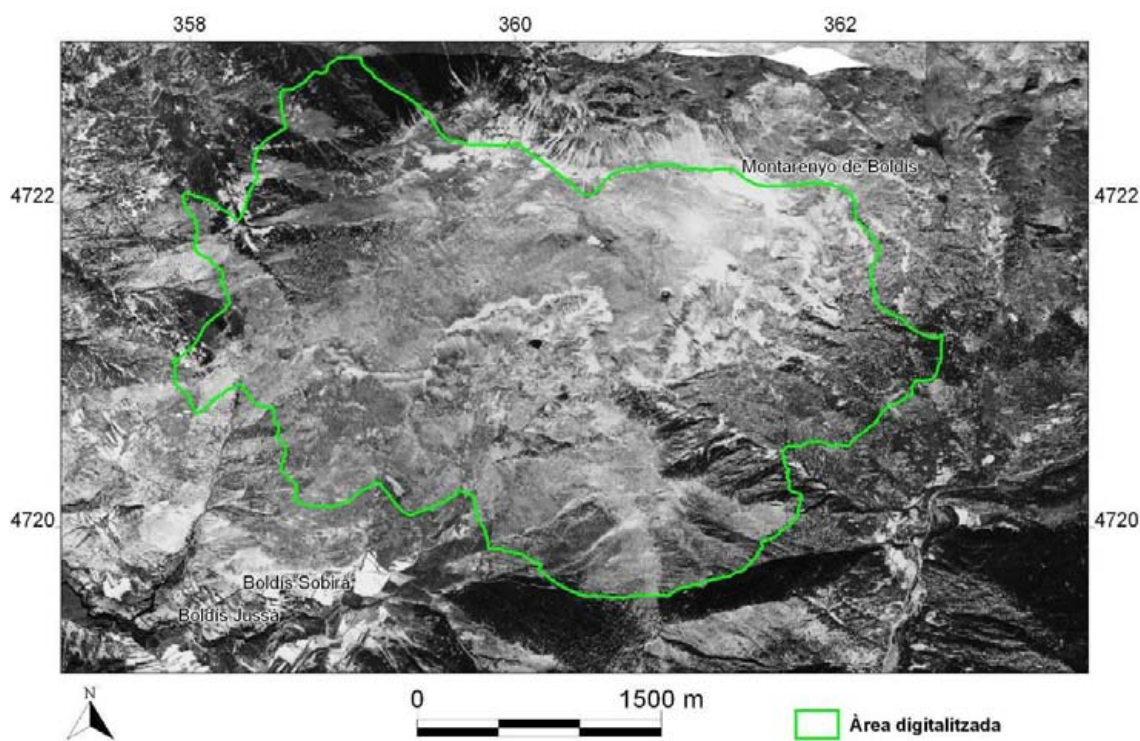


Figura 3.43. Fotografies aèries de 1956 corregides, georeferenciades i mosaïcades amb l'àrea digitalitzada. Font: elaboració pròpia

Les ortofotografies actuals han estat realitzades per l'ICC i posteriorment processades pel Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) del Departament de Medi Ambient i Habitatge i Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

#### **b) Definició de categories i fotointerpretació**

La fotointerpretació i posterior digitalització del territori suposen una delimitació del territori en diferents categories contínues que n'expliquen unes característiques: usos antròpics, cobertes, condicions físiques, etc. En el cas que ens ocupa l'objectiu és clar; aquest procés ens ha de mostrar com ha evolucionat el bosc en la seva part superior

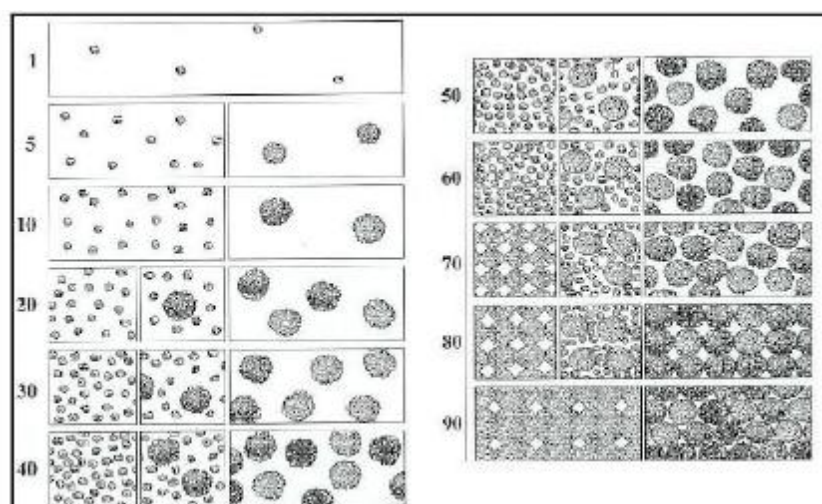
durant els últims cinquanta anys. Per poder explicar aquest procés s'han escollit quatre categories de digitalització, que si bé no totes elles fan referència al bosc en si, sí que ens ajuden entendre els processos en aquest espai durant les cinc últimes dècades.

**Bosc dens:** masses arbòries amb una densitat de recobriment superior al 30%.

**Bosc esclarissat:** masses arbòries amb una densitat de recobriment inferior al 30% i illes arbòries d'un nombre reduït d'individus.

**Matollar:** massa arbustiva.

**Rasos:** zones de prats i herbassars com també roquissars, tarteres, zones nues i aigües continentals incloses.

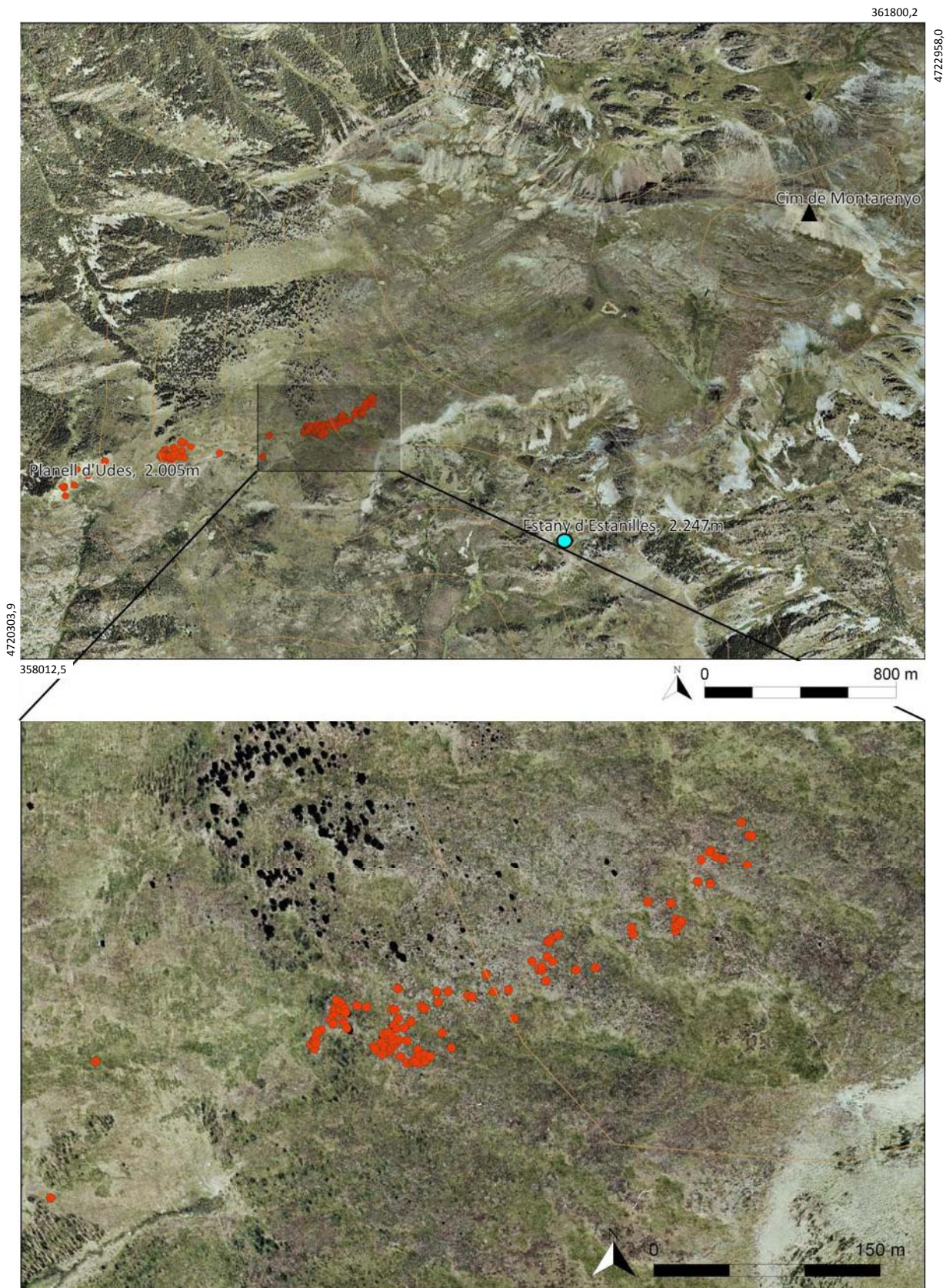


*Figura 3.44. Percentatges de recobriment arbori utilitzats durant la fotointerpretació  
Font: Sainz de la Maza, 1998*

Generalment a l'hora de digitalitzar s'ha treballat a una escala 1:5.000 en les ortofotografies dels dos moments històrics i s'ha utilitzat una escala 1:2.500 en alguns espais més complexos.

Arribats a aquest punt cal fer un aclariment referits als arbres aïllats que no formen part de cap de les categories arbòries especificades. Aquests individus no s'han digitalitzat com a tals, ja que serien elements puntuals més que no pas àrees. Per altra banda, la resolució de les imatges no permet apreciar la presència actual d'exemplars joves aïllats, que són els que expliquen la dinàmica actual.





Figures 3.45 i 3.46. Inventari d'exemplars de *Pinus uncinata* presents a la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo al llarg del transecte pedoantracològic. Cada punt correspon a un individu.



Per a millorar aquesta resolució s'ha optat per un treball a escala 1:1, és a dir, a través del treball de camp han estat localitzats amb una alta precisió (mitjançant una estació total) tots i cadascun dels individus presents al llarg del mateix transecte pedoantracològic, amb una amplada aproximada de 50 metres. Això ha permès, visualitzant-ho en una imatge (figures 3.45 i 3.46), que actualment existeix un bon nombre d'exemplars de *Pinus uncinata* que no són visibles en l'ortofotomapa a causa de la seva petita dimensió.

### 3.3.2.2. Resultats

Amb una primera observació dels mapes resultants de les digitalitzacions (figures 3.47 i 3.48) veiem que els canvis són clars. Abans de centrar-nos en aquests, però, comentarem les realitats que trobem en cadascun d'ambdós moments.

	1956		2003	
	(Ha)	%	(Ha)	%
bosc dens	49,6	5,2	87,7	9,3
bosc esclarissat	76,8	8,1	132,1	14,0
matollar	195,4	20,7	281,4	29,8
rasos	623,4	66,0	444	47,0
Total	945,2	100	945,2	100

Taula 3.13. Total d'hectàrees de cada categoria als anys 1956/57 i 2003

A l'any 1956 tenim una àrea bàsicament de prats alpins on dos terços del territori estan coberts per prats juntament amb àrees nues de vegetació i llacs glacials. Les zones de matoll són el segon element característic d'aquesta zona. El bosc majoritàriament esclarissat suposa un 13% del territori. Les zones de pastura ocupen la vessant sud juntament amb les zones culminants. Els boscos treuen el cap en les àrees obagues de l'extrem nord-oest i est de l'àrea digitalitzada. Els matolls troben el seu lloc a la solana i per sota els prats.

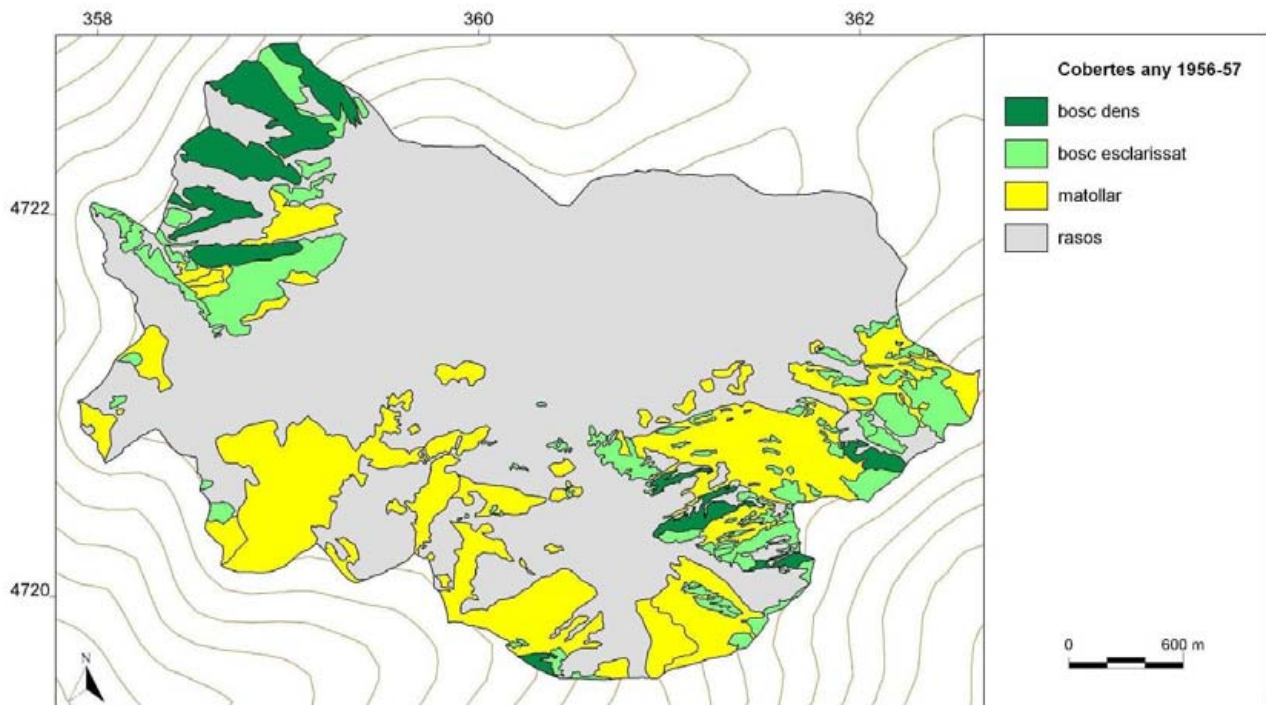


Figura 3.47. Digitalització de les cobertes de l'any 1956-57

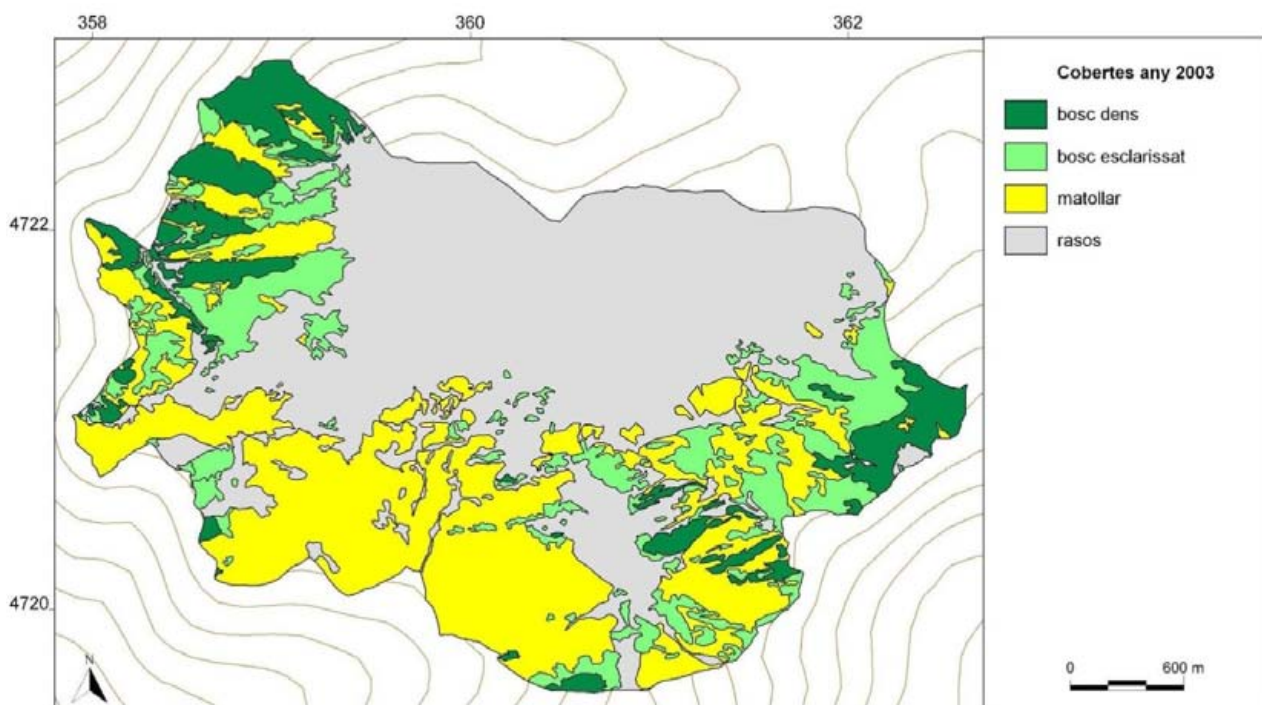


Figura 3.48. Digitalització de les cobertes de l'any 2003

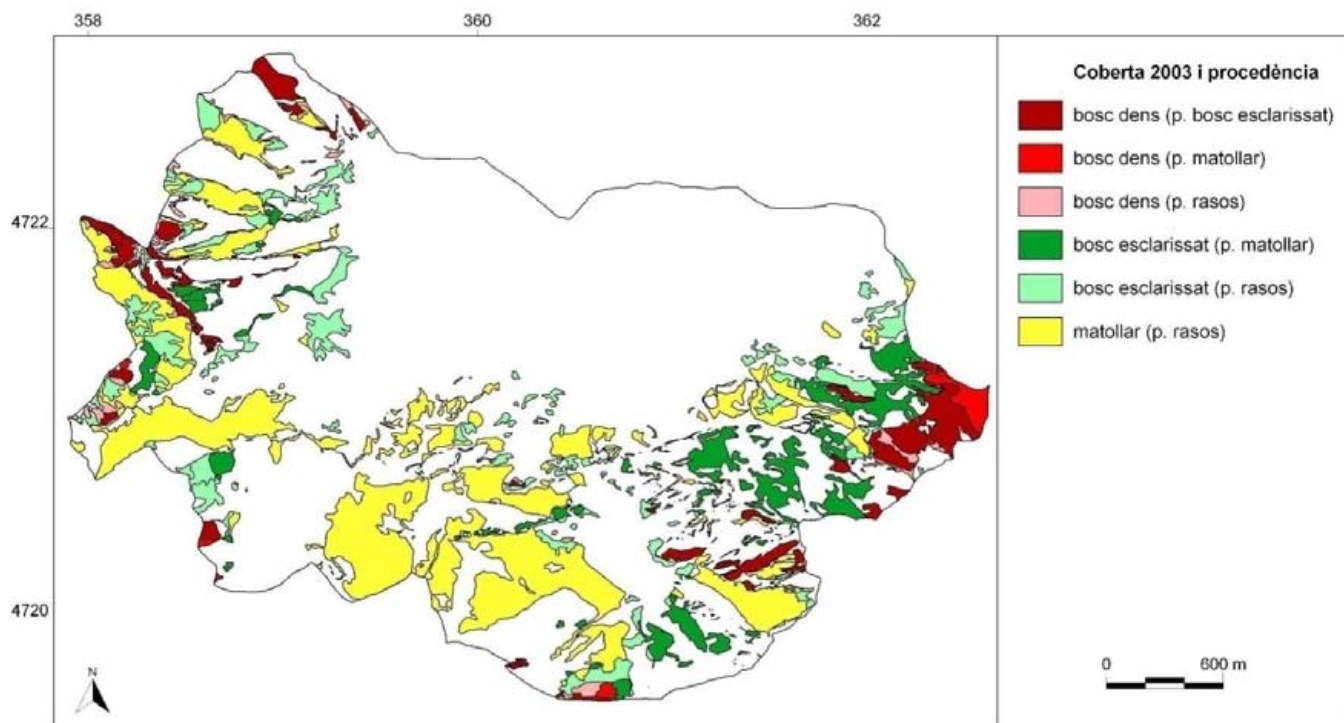


Figura 3.49. Canvis de categories de les cobertes en el període 1956-2003.

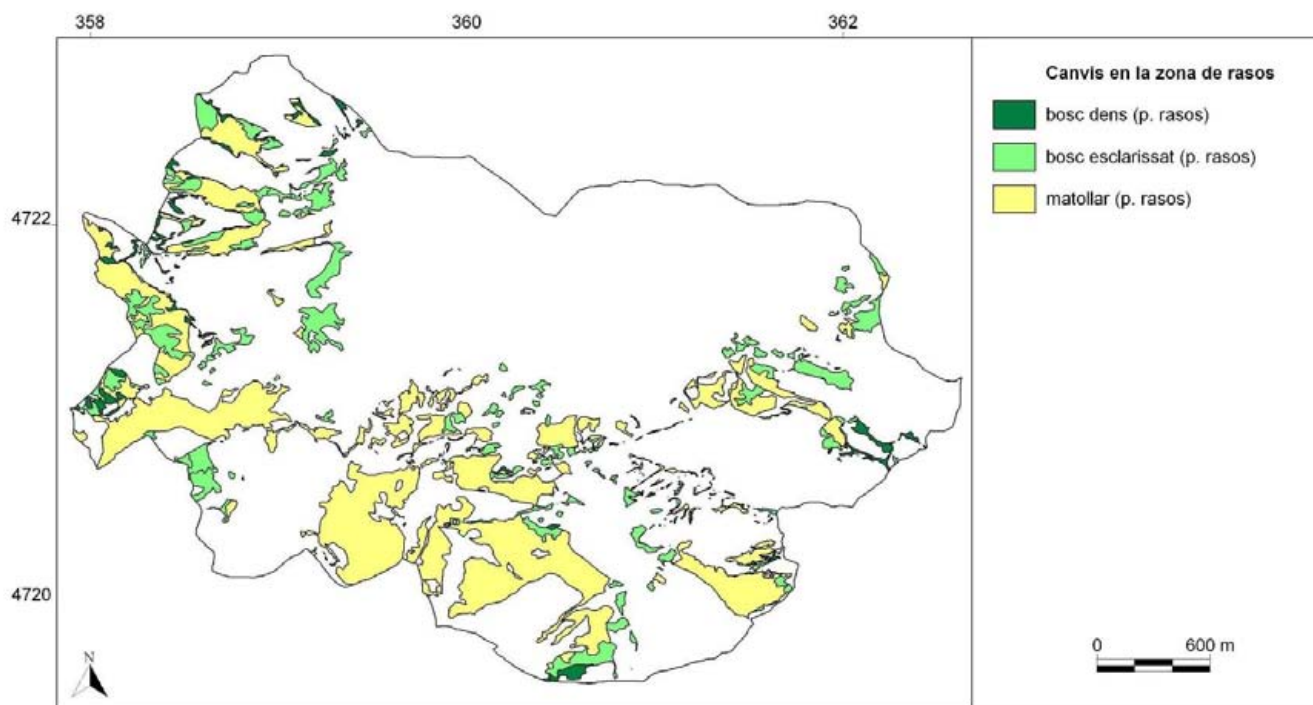


Figura 3.50. Transformació de les zones de pastura durant el període 1956-2003

La caracterització de l'any 2003 per aquesta àrea es modifica prou. Les zones de rasos no arriben a la meitat del territori, el matollar ocupa el 30% del territori i el bosc un quart d'aquest. Les zones de prats es reclouen cada cop a major altitud mentre el matollar ascendeix. Els boscos es consoliden i guanyen terreny en les obagues.

Del creuament de la informació continguda en les digitalitzacions d'ambdós anys podem analitzar en quines categories s'han produït canvis, ja siguin guanys o pèrdues, i en detriment o a favor de què s'han produït.

En les taules següent (3.14 i 3.15) podem veure la quantificació i direcció d'aquests canvis i en la figura 3.49 podem veure la seva localització.

(Ha)	bosc dens	bosc esclarissat	matollar	rasos	Total 2003
bosc dens	41,9	30,1	6,4	9,3	87,7
bosc esclarissat	4,6	39,2	40,4	47,9	132,1
matollar	2,5	5,7	133,2	140	281,4
rasos	0,6	1,8	15,4	426,2	444
Total 1956/57	49,6	76,8	195,4	623,4	945,2

Taula 3.14. Canvis en les categories de digitalització en valors absoluts. Categories emissores en la fila superior i categories receptores en la columna inferior vertical<sup>2</sup>.

(%)	bosc dens	bosc esclarissat	matollar	rasos
bosc dens	84,5	39,1	3,3	1,5
bosc esclarissat	9,3	51,1	20,7	7,7
matollar	5,1	7,4	68,2	22,5
rasos	1,1	2,4	7,9	68,4
Total	100	100	100	100

Taula 3.15. Canvis en les categories de digitalització en tant per cent. Categories emissores en la fila superior horitzontal i categories receptores en la columna inferior vertical.

<sup>2</sup> El conjunt de canvis amb una àrea inferior a 6 Ha (0,63% de l'àrea total) no s'han comentat com a canvis importants ja que poden provenir de l'error que suposa treballar en bases cartogràfiques d'origen, escala i qualitat diferents.



Sens dubte el primer canvi que se'ns presenta més evident és la transformació de zones de prats en matollar (vegeu també la figura 3.50). En nombre d'hectàrees i en percentatge és el canvi més significatiu. Aquest canvi suposa un 20% de pèrdua de zones de rasos i un total de 140 ha (15% del total de l'àrea digitalitzada). El bàlec s'enfila per la solana guanyant pes en altitud. Els prats van retrocedint en aquestes zones de forma molt acusada i, tot i que no s'ha copsat en la digitalització, avui aquestes landes han estat colonitzades per individus aïllats de bedoll. Per bé que quan parlem de zones arbustives no fem referència a zones de boscos, aquestes zones de matollars ens serveixen molt bé per veure quins processos estan succeint en aquestes zones de transició a les solanes pirinenques.

Un altre element de canvi important són les àrees boscoses. Un 40% de les àrees de matollar són convertides en bosc esclarissat l'any 2003. El procés de canvi d'aquestes àrees s'ha pogut veure que es desenvolupa a partir de dos processos o estratègies diferents. Per una banda, i com era d'esperar, zones de matolls a tocar de masses arbòries van ser colonitzades per individus que fan créixer aquesta massa. Inicialment ho fan de forma esclarissada per més tard anar-se densificant.

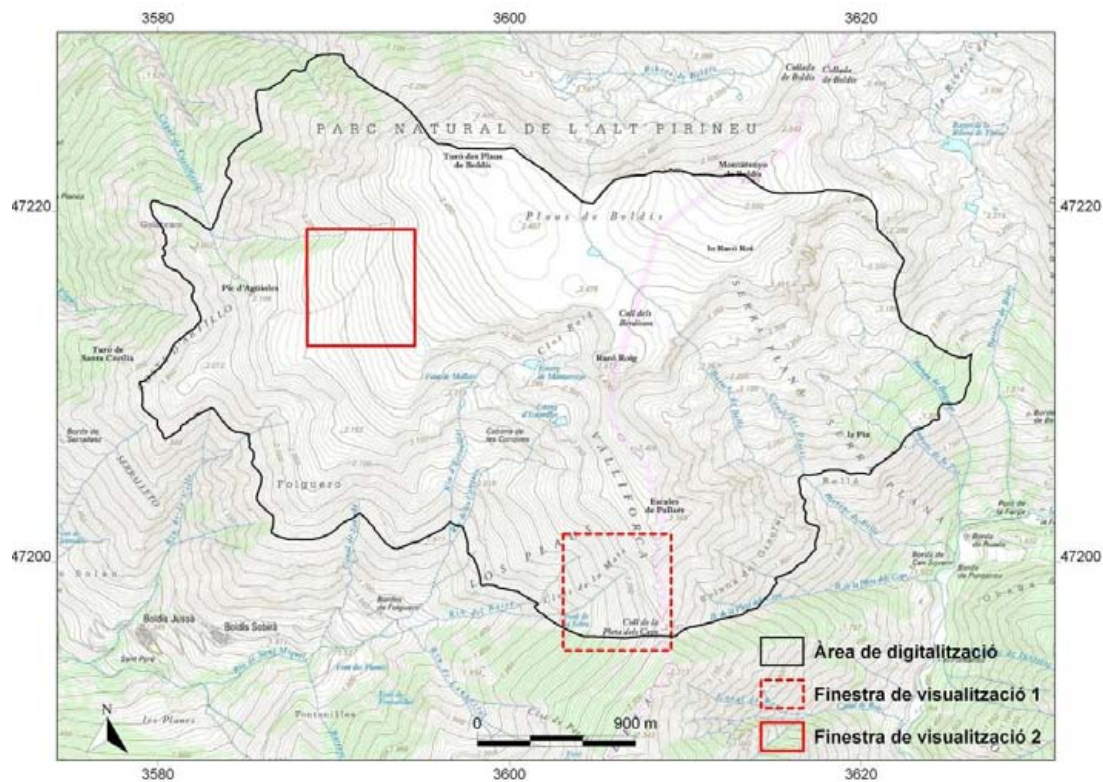
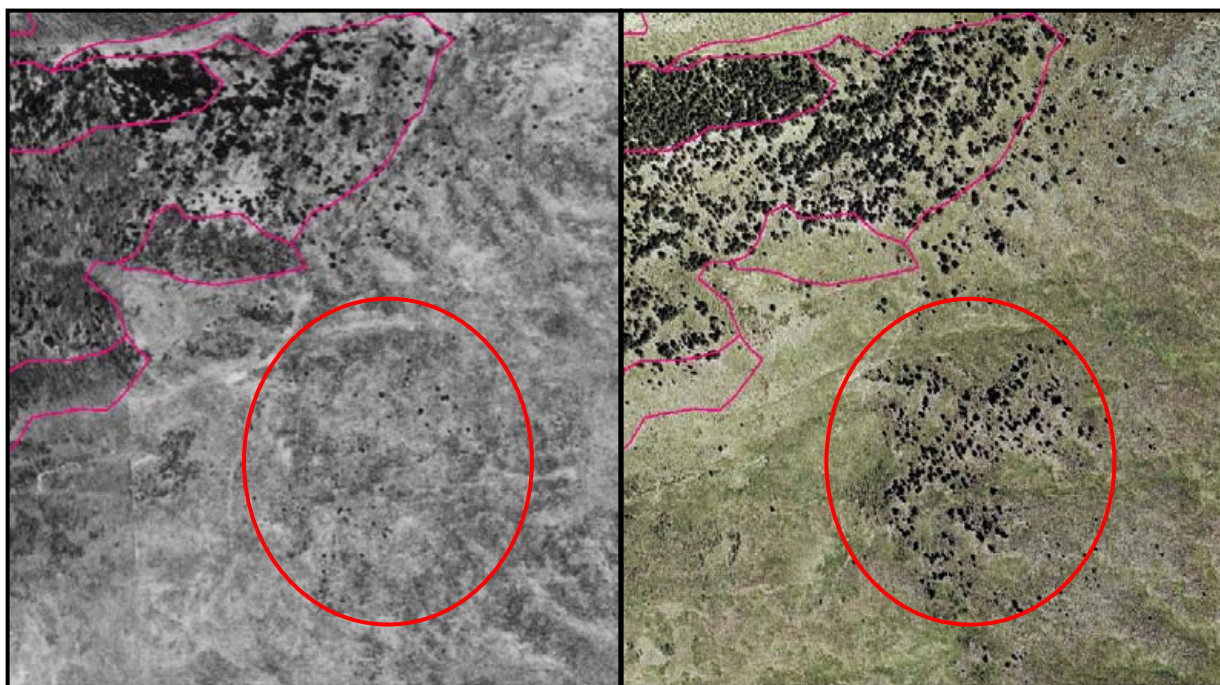


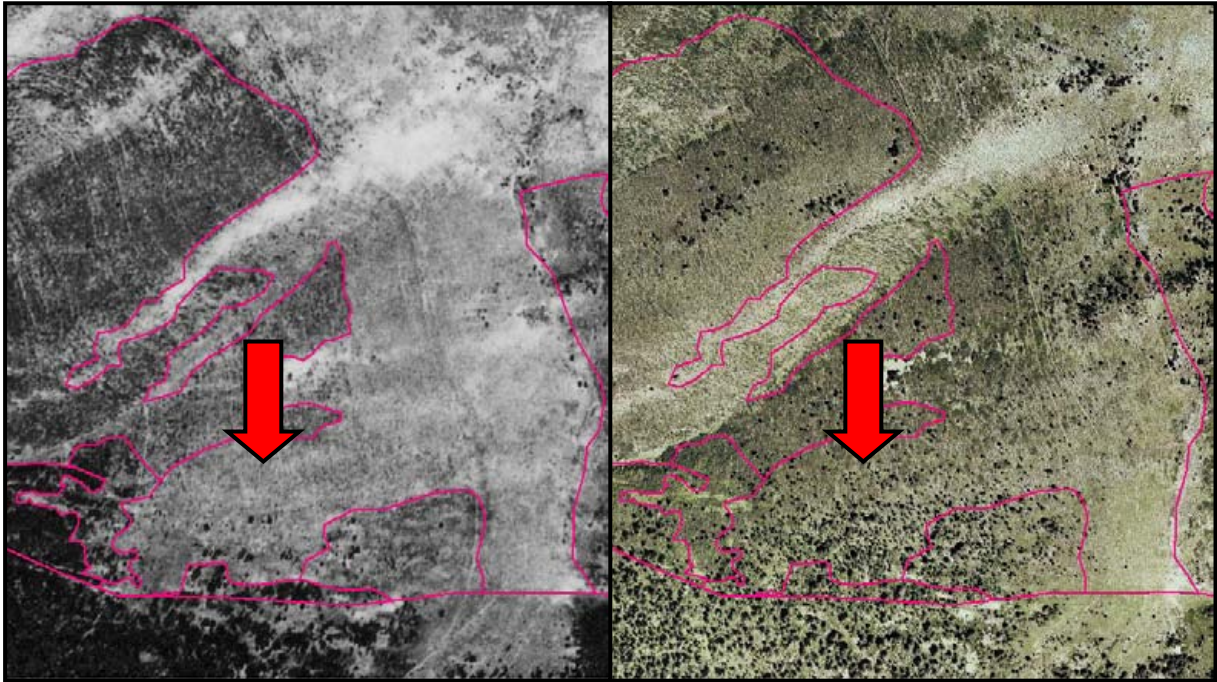
Figura 3.51. Àrea digitalitzada i localització de les finestres de visualització. Font: elaboració pròpia

D'aquest procés en seria un bon exemple la colonització d'obaga a solana produïda a la capçalera del riu Sant Miquel o de la vall dels Boldissos (vegeu la figura 3.52). El segon procés fa referència a la densificació arbòria en zones on l'any 1956-57 trobàvem individus aïllats. Aquestes densificacions provoquen la creació d'illes d'arbres en zones allunyades de les masses arbòries, sovint en les cotes més altes per sobre del bosc, com es pot veure a la figura 3.53 i s'ha constatat amb l'inventari efectuat mitjançant el treball de camp descrit anteriorment (figures 3.45 i 3.46).



*Figura 3.52. Finestra de visualització 1. Colonització arbòria a la capçalera de la vall de Sant Miquel.*





*Figura 3.53. Finestra de visualització 2. Colonització arbòria en forma d'illes a la zona dels Plaus de Boldís.*

### **3.3.3. Variació de l'ús històric de les pastures del comunal de Boldís.**

En l'apartat anterior s'ha analitzat l'evolució física del límit superior del bosc. L'objectiu d'aquest nou apartat que s'enceta és la recerca de les causes d'aquesta evolució durant aquest període recent. Elements físics i antròpics s'han anat enllaçant al llarg de l'Holocè. L'escalfament global i el canvi d'usos del sòl són dos aspectes del canvi global actual (Boada i Saurí 2002). En aquest apartat es posarà l'èmfasi en els canvis usos del sòl en les àrees d'alta muntanya. L'ús ramader d'aquestes àrees és un dels elements claus a tenir en compte. Conèixer l'evolució d'aquest ús ens ha de permetre confirmar aquesta implicació i explicar la forma de produir-se.

Per aconseguir aquest objectiu ens hem basat en l'extracció de dades quantitatives d'ús de les zones de pastura. Dit d'altra manera, calia veure la quantitat i tipus de bestiar que entrava a aquestes zones per poder conèixer la pressió que exercien sobre el territori.

Per tant, hem utilitzat aquestes dades des d'un punt de vista ecohistòric, intentant apreciar com les intervencions -o *desintervencions*- humanes afecten al medi físic.

### **3.3.3.1. Tractament de les dades**

Per tal de conèixer l'ús ramader de les pastures supraforestals de la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo s'ha pres de referència la unitat de gestió bàsica d'aquestes zones: el comunal. Com ja s'ha dit, els Boldissos són els pobles que han gestionat des d'antic aquest comunal i als quals pertany actualment el seu dret d'ús. El caràcter local de la gestió d'aquest espai ens porta a la consulta del fons documental de Lladorre.

La informació es trobava recollida en lligalls i sense ser catalogada. Inicialment es va a dur a terme un buidat general de la informació de tot el fons documental. Aquest primer pas va servir per seleccionar tota la informació que feia referència a la ramaderia, ja fos a nivell de forest, de municipi o de poble. També es va separar tot tipus d'informació que feia referència al comunal. Acte seguit, es procedí a buidar la informació a partir de taules.

Per tal de comparar aquest ús històric del comunal amb l'actual s'han recollit dades de l'any 2007 de caps de bestiar proporcionades per l'oficina comarcal de Sort del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció rural de la Generalitat de Catalunya.

#### **a) Consideracions prèvies; el comunal**

Abans de començar a parlar de tipus de documents amb llistats de caps de bestiar, s'ha cregut convenient comentar alguns aspectes generals de l'aprofitament de les pastures dels comunals. Per entendre quins eren els mecanismes tradicionals per escollir el bestiar que pujava a muntanya ens fixarem en textos de Violant i Simorra (1938). Existeix una diferenciació clara entre dues maneres d'explotació de les pastures. Per una banda, els veïns del poble o conjunt de pobles de cada comú tenen dret a péixer el seu bestiar a les seves pastures de muntanya. Ara bé, no de forma lliure sinó a partir de la



formació d'un ramat comunal o del poble que aglutinava tot el bestiar d'aquest. Per tal de vigilar el ramat es llogaven un o més pastors depenent de la grandària del ramat. Avui, aquest maneig comú del bestiar està força empobrit. Ja no es lloga un pastor sinó que sol ser el mateix propietari que es fa càrrec del seu bestiar pujant de tant en tant a les àrees de pastura.

Els pobles que tenien més àrea pasturable que la que necessitaven per al seu bestiar admetien bestiar a conlloc o arrendaven part de la muntanya o tota. Com ens diu Violant i Simorra (1938), aquest era un costum estès a la vall de Cardós on anaven el ramaders pallaresos i, més encara, els *parraires de per avall*, o dit d'altra manera, els encarregats dels grans ramats que pujaven de la plana. I d'aquesta manera entra en joc un element clau per entendre el funcionament d'aquestes pastures: la transhumància. Així el comunal també es convertia en una font d'ingressos per al poble.

En l'actualitat, el comunal tradicional s'aixopluga sota diferents formes de propietat. El comunal dels Boldissos va adquirir una titularitat pública local escapant així de les desamortitzacions del segle XIX. Ara bé, tot i que el comunal és propietat del poble, es produeix un control de la gestió d'aquest per part de les administracions superiors. Inicialment l'administració estatal i després l'autonòmica, avui el Departament de Medi Ambient i Habitatge, té el deure de controlar la gestió d'aquestes zones a partir del control dels caps de bestiar forans i veïnals que pasturen als prats, així com l'aprofitament silvícola de la forest.

Tot això s'explica perquè d'aquest fet en depèn el procés d'arrendament de les zones de pastura als ramats forans del poble. Quan l'Estat gestionava aquestes àrees, abans de la transició democràtica, el Govern posava a subhasta cada any les pastures dedicades a bestiar de fora del poble i les oferia a qui en pagués més. Les subhastes del herbatges eren publicades al butlletí oficial i el municipi es preocupava de comunicar-ho a possibles interessats. Si la subhasta es declarava deserta, es tornava a publicar la subhasta per segon cop i així fins a la tercera. Si aquesta es declarava deserta de nou les pastures no podien ser utilitzades per péixer bestiar i si es feia hi podia haver sanció. Aquest sistema

ha portat a tot tipus de picaresques, ja que el poble i sobretot les cases grans del poble han intentat gestionar els seus comunals i fer i desfer a esquenes d'una administració superior.

El bestiar solia estar de tres a quatre mesos en aquestes zones de pastures supraforestals. La tradició diu que el bestiar pujava a la muntanya per sant Joan (24 de juny) i baixava per sant Miquel (29 de setembre). En gran mesura aquest fet depenia de la meteorologia però també d'altres elements com els requeriments de cada tipus de bestiar, les normes de cada comunal o les dates de les fires ramaderes.

Durant aquest període el bestiar solia restar a la muntanya i només solia baixar per qüestions puntuals com en cas de malaltia o en el cas del bestiar major, perquè era requerit per les feines del camp (Bas, 1993).



*Figura 3.54. Àrea de la foresta comunal "Plana riberals" dels pobles de Boldís Jussà i Boldís Sobirà. Font:Elaboració pròpia.*

#### **b) Dades usades: tipus i particularitats**

A l'arxiu local es van trobar gran quantitat de tipus de documents que feien referència a la ramaderia o a l'ús del comunal. La ramaderia ha estat el motor econòmic i

social de la Vall de Cardós i en concret de la seva capçalera. També cal afegir que, en ser una zona propera a la frontera internacional, el conjunt del bestiar ha estat especialment controlat per l'administració estatal en alguns moments de la història.

Tot i això, avui ens és molt difícil arribar a saber quant bestiar entrava cada estiu en el si del comunal. Les causes d'aquesta dificultat són diverses i van des de la intermitència temporal, passant per les diferents escales de treball o la dubtosa validesa d'algunes d'elles.

La intermitència d'aquests documents és molt acusada. Aquest fet es deu generalment no a la inconstància dels recomptes o controls, sinó més aviat als problemes de conservació dels documents històrics. Guerres, desastres naturals, etc. han estat la causa que avui ens arribi una petita part de tots aquest documents.

Aquest fet es pot apreciar clarament en la taula 3.16. Pel que fa a les diferents escales de treball el problema més notori cau en la distinció entre terme municipal i poble i comunal. Els Boldissos, com ja s'ha dit, es van annexar ja al segle XIX a Lladorre. Molts dels documents consultats fan referència al municipi i no al poble i això fa difícil saber què passava concretament als dos Boldissos i al seu comunal. Per últim, no ens és fàcil de reconèixer aquells documents que presenten més o menys validesa. Les comparacions entre els documents i conèixer els motius de la seva realització (fiscals, control fronterer, sanitaris, etc) ens poden donar pistes de la qualitat de les seves dades.

Els documents emprats són aquests:

#### **i. Registres de bestiar**

Els *Registros de Ganaderia* són documents que suposen un control exhaustiu del bestiar que hi ha en cada casa del poble. El funcionament seria com un document de seguiment on s'apunten de cada casa les altes i les baixes de caps de bestiar i el motiu (venda, naixement, mort natural, etc). En conseqüència, això permet conèixer quant bestiar hi ha a cada casa del poble en cada moment de l'any. Els caps de bestiar apareixen indicats pels grups següents: *caballar, mular, asnal, vacuno, lanar, cabrió i cerda*.

Documents	Registres de bestiar		Guies de circulació del bestiar*		Plans d'aprofitament del comunal		Amilleramiento (apendice ganaderia existente)		Recuento General de Ganaderia	
	Lladorre	Boldís	Lladorre	Boldís	Lladorre	Boldís	Lladorre	Boldís	Lladorre	Boldís
1900							■		■	
1910		■					■		■	
1920							■			
1930	■						■			
1940	■						■		■	
1950	■								■	
1960	■		■		■				■	
1970	■		■		■					
1980					■					
1990										
2000										
2007										

Taula 3.16. Cobertura temporal dels diferents documents consultats.

Aquest control dut a terme per l'administració estatal sembla que guarda relació amb la condició de zona fronterera del municipi de Lladorre. Per comparació amb altres documents i el seu detall sembla que les dades són prou vàlides per ser tingudes molt en compte. Les dades es presenten a escala de terme municipal, és a dir de tot el terme municipal de Lladorre. Existeix, però, una excepció; un registre de bestiar de l'any 1902 que feia referència als dos Boldissos. A partir del nom del cap de cada casa, es va aïllar el



bestiar de les cases del dos Boldissos i per tant el bestiar que potencialment podia pujar a les pastures del comunal. En la mesura que es va poder es va mirar d'obtenir les dades dels mesos primaverals per saber quant bestiar hi havia per pujar al mes de juny cap a la muntanya.

En relació a la temporalitat, es va trobar una sèrie sencera que va des de l'any 1922 al 1945 i d'altres anys aïllats com el 1902, el 1951 i el 1961. Es van poder buidar els anys 1902, 1920, 1928, 1935, 1940 i 1962.

## **ii. Recuentos de Ganaderia**

Aquest tipus de documents, com el seu nom indica, són recomptes de tot el bestiar de totes les cases del poble realitzats un cop a l'any. Al contrari que en el cas anterior ens ofereixen una informació puntual d'un dia de primavera o estiu. Les dades se'ns presenten dividides en dos grans grups: a *trabajo* (*caballar, mular, asnal, vacuno*) i a *ganaderia y reproducción* (*caballar, mular, asnal, vacuno, lanar, cabrío i cerda*). Com en el cas anterior el documents tenen un abast municipal i mitjançant els noms dels caps de casa s'ha aïllat el bestiar dels Boldissos. Les dades es presenten de forma molt detallada i per l'anàlisi que se n'ha fet i la seva comparació semblen prou vàlides per ser tingudes en comte.

El primer document que trobem d'aquest tipus al fons de Lladorre fa referència al 1898. La intermitència temporal és gran i el pròxims números fan referència al 1901, 1907 i 1920. El 1940 comença una sèrie seguida de deu anys amb la manca de l'any 1941. El recompte més recent i aïllat fa referència a l'any 1960.

## **iii. Guies per la circulació de bestiar (Guías para circulación de Ganados)**

Aquest tipus de documents en realitat mostren qualsevol moviment de bestiar a nivell intermunicipal. Per cada moviment s'omple una "guia" o full on s'indica l'origen del bestiar, el lloc de destinació, el propietari i el motiu d'aquest moviment. Per ésser vàlida la guia i poder-se considerar legal el moviment de bestiar caldrà ser "*visada por una Autoridad aduanera, fuerzas del resguardo o Juez de paz*". L'encarregat del bestiar havia de dur la guia a sobre per poder ser mostrada pel camí i al lloc destinació. Quan s'omplia una guia l'ajuntament es quedava un resguard d'aquesta guia. Són justament els

resguards expedits des de l'ajuntament de Lladorre allò que s'ha buidat en aquesta recerca. D'aquesta manera coneixem els moviments que es realitzen des de Lladorre cap a qualsevol altre municipi català, aragonès o francès i el motiu d'aquest. En aquest cas hem fet un buidatge d'aquelles guies que tenien un motiu clar per ser expedides: "*abandono de pastos de verano*". Així podíem conèixer el bestiar que havia passat l'estiu "*...en los montes de Lladorre*".

Al fons documental no s'han trobat les guies en sentit invers, és a dir, de qualsevol municipi cap a Lladorre a excepció d'un any. Per l'any 1963 es va trobar una petita carpeta on es guardaven les guies de circulació del bestiar que arribava al municipi. Aquesta ens va ser molt útil per comparar la validesa de les guies de circulació. En realitzar la comprovació es va poder observar que les entrades de la primavera i les sortides de la tardor eren quasi iguals. La diferència era un petit saldo negatiu de pocs caps de bestiar.

Les dades semblen prou detallades i vàlides per poder observar el bestiar transhumant, que arribava a les pastures de Lladorre. El problema d'aquests documents és el seu àmbit municipal que fa difícil veure, en la majoria dels casos, quin és el bestiar que arriba al comunal dels Boldissos. Per altra banda, la cronologia que comprèn és molt concentrada i prou breu: 1950, 1958, 1961, 1962, 1963 i 1964.

#### **iv. Amillaramientos**

Els *amillaramientos* són documents on s'enumeren tots els béns, en aquest cas ramaders, del municipi per tal de ser usats per hisenda a l'hora de planificar les contribucions. Eren realitzats pels propis municipis.

Tot i que la sèrie temporal d'aquests és molt llarga i completa, del 1890 al 1936 amb només set anys sense dades, no s'han tingut en compte per aquest treball degut a la seva més que dubtosa validesa. A partir del 1904 i fins al 1928 l'*amillaramiento* ens diu que al total del municipi hi havia cada any un total de 2.410 caps, ni un més ni un menys. Prova fefaent que el "tallar i enganxar" ja existia molt abans de l'era informatitzada. Aquesta repetició es produeix en el període 1931-1936 on ni la guerra no va aconseguir fer variar un cens anual de 2.169 caps de bestiar. El caràcter fiscal d'aquests documents ens pot

servir de pista per intuir que el bestiar total de cada moment havia de ser igual o superior al citat però difícilment inferior.

v. ***Pla d'aprofitament comunal***

Aquest tipus de document es tracta d'una petició d'ús de la forest que el poble fa a l'administració. Com ja s'ha esmentat abans, actualment la gestió és controlada per l'Estat, tot i que la propietat recau en el municipi. En ell apareixen els aprofitaments veïnals de fustes i pastures així com els aprofitaments no veïnals que, per tant, necessiten de subhasta. Aquesta informació sol anar acompanyada d'un full on apareix els caps de bestiar que cada casa pot pujar a pastures en el si de l'aprofitament veïnal. Aquesta última informació ja no apareix en els aprofitaments comunals de les últimes dècades.

Si bé els Plans d'aprofitament comunal haurien de ser les eines definitives per saber quant bestiar entrava al comunal, la realitat s'allunya força d'aquesta afirmació. Les comparacions amb altres documents i la realitat actual ens porten més a l'anàlisi de la picaresca que s'amaga darrere d'aquests plans més que no pas a l'anàlisi de les quantitats de caps de bestiar que en ells apareixen.

Pel que fa a la cronologia, tenim una primera sèrie temporal que va del 1956 fins al 1977 i una segona sèrie actual que va del 2002 al 2006.

En l'arxiu local també es van trobar altres tipus de documents referits a la ramaderia però aquests eren puntuals i referits a algun tipus de bestiar concret. Per exemple aparegueren censos puntuals d'alguna espècie com porcs, gallines, gossos, animals de peu rodó, etc. realitzats pels diferents requeriments del moment. Tot i que aquests no han estat buidats de forma sistemàtica han servit per fer una comparativa de dades.

### **3.3.3.2. Resultats: evolució dels caps de bestiar i la seva tipologia**

Com ja s'ha dit en les consideracions prèvies, les pastures d'estiu eren aprofitades pels veïns però també per d'altres ramaders de la vall o de fora d'aquesta. L'anàlisi dels

caps de bestiar que pasturava el comunal de Plana Riberals es farà a partir d'aquestes dos tipus d'aprofitament del comunal.

#### a) Bestiar del poble

Com ja s'ha dit anteriorment, els veïns del poble tenien el dret de pujar el seu bestiar a pasturar en els prats del comunal. Aquests alimentaven els bestiar durant tres mesos com a mínim. Així els animals eren conduïts a les pastures si no hi havia un motiu concret per restar al poble (tasques agrícoles, traginades, etc.) L'herba dels prats és un recurs aprofitable durant un curt període de temps i si no és consumida, simplement es perd.

A partir de les dades dels *Registros y Recuentos de Ganadería* s'ha pogut analitzar quina ha estat l'evolució del bestiar bona part del segle XX per al conjunt dels pobles de Boldís.

Per obtenir unes dades més clares d'allò que passava el comunal s'han traduït els caps de bestiar totals a Unitats de Ramaderia Major (URM). La conversió emprada s'ha basat en la realitzada per Fillat (1992, citat per Bas 1993).

<b>1 U.R.M</b> = 1 vaca
= 1 sobreany
= 0,75 eugues
= 8 ovelles
= 8 cabres

Per tal de tenir en compte, encara que sigui de forma aproximada, les quantitats de vedells o eugues del total de bestiar equí o boví, s'ha aplicat a un 20% del total d'aquest dos tipus de bestiar un factor de conversió de 0,70. Aquest 20% és un nombre aproximat i teòric que s'ha emprat a causa de no disposar de dades sobre l'edat i el sexe del bestiar. Les dades de l'any 1995 i 2007 han estat proporcionades per l'oficina comarcal del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya i les entrevistes de camp.



A grans trets, podem dir que el segle XX es veu caracteritzat per dos grans pics un de màxim a la dècada dels anys vint i uns mínims en l'actualitat. Observant la gràfica 4.1, no cal dir que les dades que tenim presenten importants buits però ens deixen entreveure les grans tendències generals.

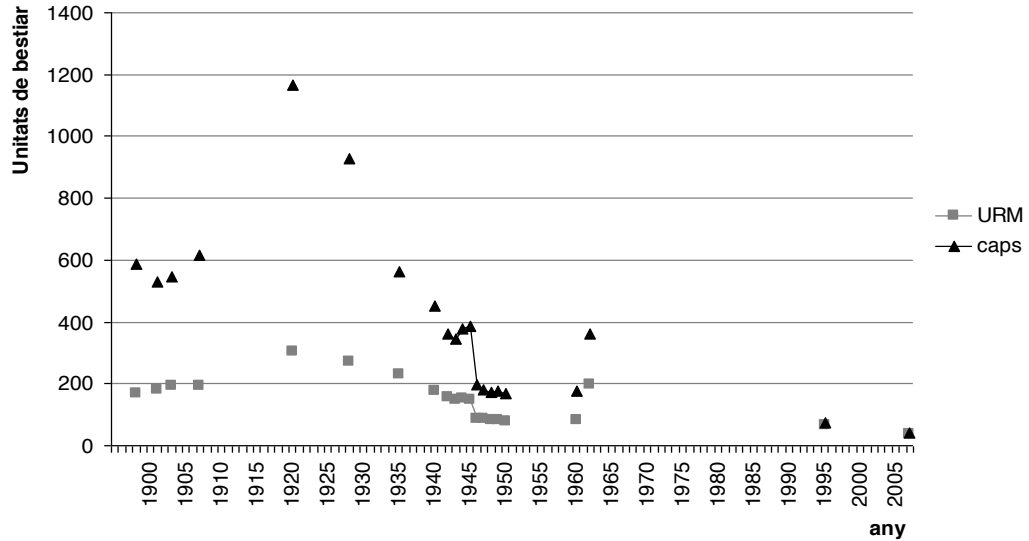


Figura 3.55. Evolució de les existències ramaderes als municipis de Boldís Sobirà i Boldís Jussà durant el s. XX mesurades en caps de bestiar i URM

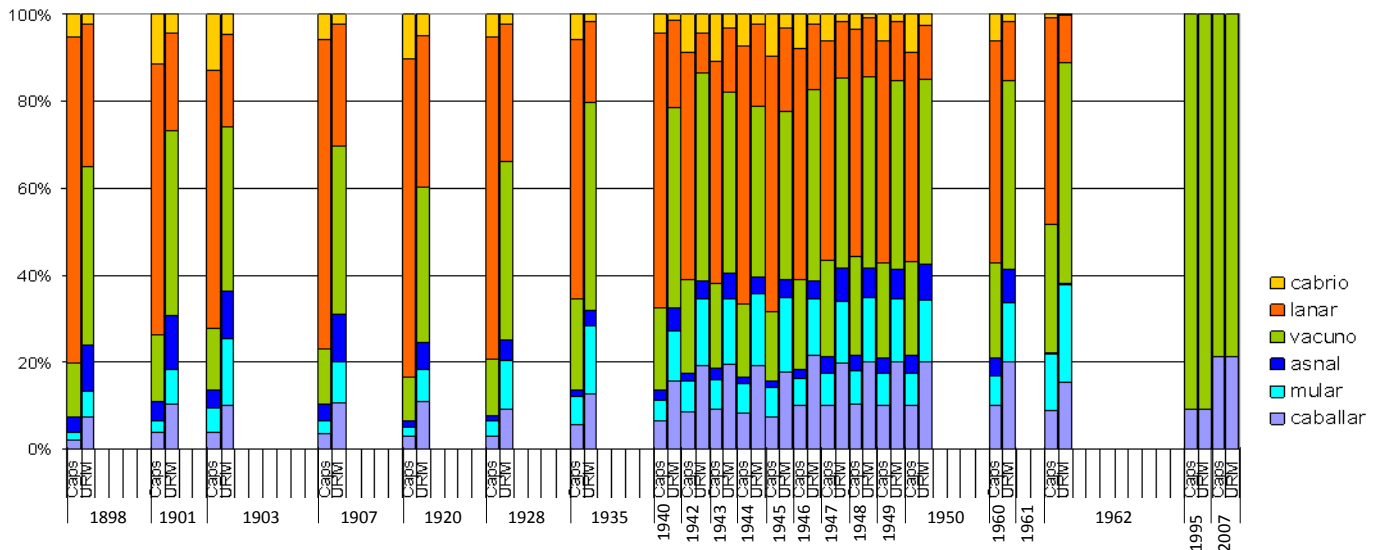


Figura 3.56. Evolució de les existències ramaderes per tipus de bestiar als municipis de Boldís Sobirà i Boldís Jussà durant el s. XX mesurades en percentatge de caps de bestiar i d'URM.

Des de principis de segle fins a inicis dels anys vint es produeix un ascens dels caps de bestiar. Aquest es tradueix en un augment de les URM tot i que no a igual intensitat, ja que aquest increment de caps és degut bàsicament a l'augment de bestiar oví. Mentre que aquest últim creix un 150% el boví ho fa en un 43%. A partir d'aquest mínim es genera un descens dels caps de bestiar de forma continuada que sembla estabilitzar-se a principis dels quaranta però que a finals d'aquesta mateixa dècada cau de forma sobtada i notòria, reduint-se els caps de bestiar a la meitat. Si bé altre cop són les ovelles i cabres qui més nota aquest descens (54%), el bestiar equí i boví pateix també descensos que ronden el 40%. És a finals del cinquanta quan irromp amb força un nou sector a la capçalera de la vall de Cardós. L'aprofitament hidroelèctric dels Pirineus es materialitza al municipi de Lladorre amb la construcció d'un embassament i d'una central hidroelèctrica a Tavascan. Aquesta tasca suposa un abans i un després per aquests pobles. Durant les entrevistes o xerrades informals amb habitants de la zona apareix aquesta irrupció com l'element trencador del sistema precedent. La construcció d'aquestes infraestructures necessitava de molta mà d'obra que en part va ser coberta per gent del territori, fet que va suposar l'abandó o disminució de l'activitat ramadera del veïns del terme de Lladorre.

Després d'una dècada sense dades, als anys seixanta podem veure una certa recuperació dels caps de bestiar degut sobretot al bestiar boví amb un augment del 63% i el bestiar equí amb un augment del 53%. L'augment del vacum ve lligat a un canvi d'orientació productiva. Si fins ara la producció ramadera era bàsicament de treball o càrnia, durant els anys seixanta la producció lletera guanya terreny. La intervenció de l'Estat en matèria agrària tot i la liberalització que pateix el sector, és clau per entendre aquest canvi. Polítiques com la fixació del preu de la llet (Garcia Pascual 2000) són pròpies d'aquest moment.

Malgrat les aparences de millora, la ramaderia de muntanya queda durant aquesta dècada al marge d'un procés de liberalització i modernització que sí que es porta a terme en les zones de la plana. La crisi del sistema tradicional té conseqüències nefastes per les àrees de muntanya, que queden al marge dels processos de capitalització. El gran èxode rural té conseqüències clares en tot l'àmbit pirinenc.

Pel que fa a la ramaderia, no tenim dades locals per les dècades dels setanta i vuitanta però el procés és imaginable si observem que a mitjans del noranta tan sols ens trobem amb tres explotacions ramaderes entre els dos Boldissos i setanta-set caps de bestiar. I la tendència no sembla pas aturar-se aquí si tenim en compte que durant els últims dotze anys els caps de bestiar s'han anat reduint de tal manera que sumant els dos Boldissos no s'arriba a cinquanta caps de bestiar.

Centrant-nos en l'evolució general de les unitats ramaderes majors (URM), les tendències són les mateixes però canvia la intensitat dels canvis. El salt dels anys seixanta als noranta també és vertiginós però es veu atenuat perquè tot el bestiar existent és boví o equí.

L'especificitat ramadera centrada en aquestes dues espècies és una d'aquestes conseqüències de la crisi del sistema tradicional. Aquesta podria semblar positiva perquè són dues espècies que exerceixen una pressió important en les zones de pastura i per tant col·laboren en el seu manteniment de forma més evident que el bestiar oví. Ara bé, la multiespecificitat d'espècies en un territori beneficia al conjunt d'aquest ja que cada tipus de bestiar és més eficient que els altres a l'hora d'aprofitar certs recursos tròfics i territorials (Aldezabal *et al.* 2002).

#### **b) Bestiar transhumant**

Quan les pastures eren abundoses els pobles es podien permetre l'entrada de bestiar forani als seus comunals. Com ja s'ha dit, l'herba és un recurs que si no es consumeix es perd i per altra banda, i potser la més important per a molts pobles de muntanya, aquesta entrada de bestiar podia ser una important font d'ingressos.

Per tal de veure el bestiar forà que entrava al comunal dels Boldissos es va utilitzar bàsicament un sol tipus de document del fons municipal: les guies de circulació del bestiar. A partir del buidatge del resguard de les guies expedides a Lladorre es van poder observar els moviments del bestiar de cinc anys: 1950, 1958, 1961, 1962 i 1963. En

diferents taules es va apuntar la informació de les guies que informaven d'un moviment del bestiar de Lladorre cap un altre punt amb el motiu de *abandono de pastos de verano*.

Les guies ens plategen un problema a l'hora de saber el bestiar que entrava a cada comunal, ja que la informació és a nivell municipal. Només en un any, 1958, el secretari es va dedicar a apuntar el poble. Així que usarem aquest any per fer una aproximació als caps de bestiar entrants i usarem la informació a nivell municipal per copsar tendències.

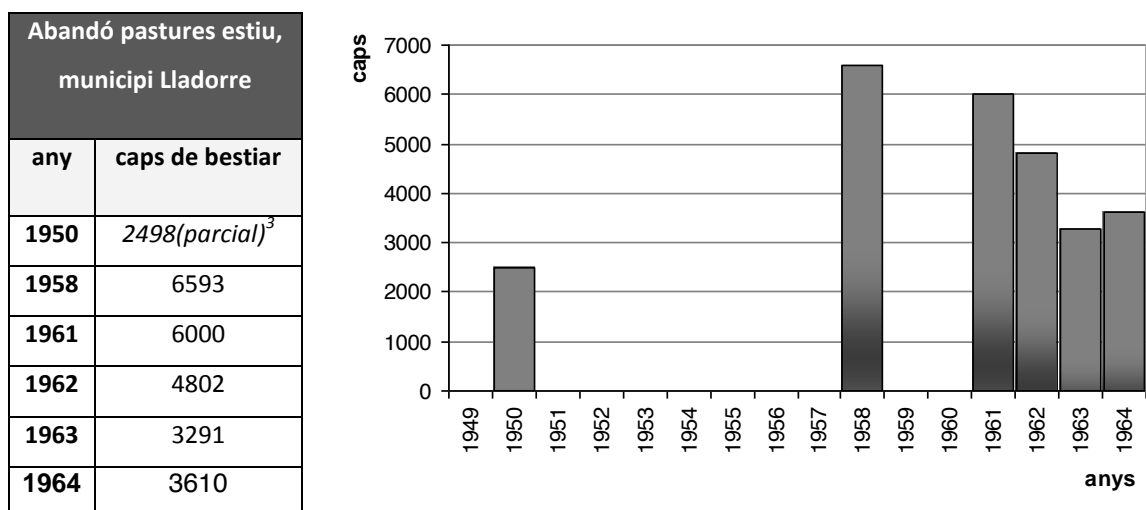


Figura 3.57. Caps de bestiar transhumant que abandonava a la tardor les pastures d'estiu de Lladorre (1950-1964)

Observant les dades generals podem veure com a nivell general els anys seixanta ja és una època de descens de caps de bestiar. Ara bé, tot i que a partir d'aquestes dades no podem extreure gaires conclusions en no tenir un punt d'inflexió, sí que sabem per les dades publicades que és durant els anys seixanta quan es produeix la crisi del sistema tradicional transhumant (Pèlach 2004). Així, segurament no ens trobem uns màxims històrics però sí unes dades que provenen del punt de partida de la crisi.

<sup>3</sup> L'any 1950 presenta unes dades que podem considerar incompletes, ja que des del full número 123 al 149 són fulls en blanc. En el número 123 apareix una nota amb llapis que diu "*regresan de pastos todas estas hojas en blanco*".

Segons les guies, l'any 1958 van entrar al municipi de Lladorre 6.593 caps de bestiar. D'aquests, 568 ovins (71 URM) van anar a parar al comunal de Boldís. Aquesta dada concorda amb els 600 caps aproximats de bestiar que l'avi de can Petricó de Boldís Jussà recordà durant la entrevista que es va realitzar en aquesta casa.

Per la mateixa data de partida i la zona propera dels municipis de destí semblaria que es tracta d'un mateix ramat que recollia els de cinc municipis: Masos de Millà (Àger), Ametlla del Montsec (Camarasa), Santa Linya (municipi de les Avellanes i Santa Linya) i Espluga de Serra (Tremp).

D'aquesta forma podem definir que el bestiar que arriba a Boldís es tracta de bestiar oví que realitza una transhumància estival o ascendent.

Quan mirem en conjunt el municipi de Lladorre ens és més complex definir el tipus de transhumància per la qual es veu afectada. Si bé també arriben el grans ramats ovins de la plana, també trobem un ampli moviment intern dintre la vall. Segons les dades de l'any 1958 podem definir dos moviments ben diferenciats per una banda una transhumància estival i ovina i per l'altra una transhumància vertical bovina i equina.

Quan es parla de transhumància en les àrees de muntanya es posa l'èmfasi en aquets gran ramats ovins provinents de la plana. Tot i això, com veiem en la taula 4.4 el bestiar de la transhumància vertical entre diferents pobles també té un pes a tenir en compte i més si passem les dades a unitats ramaderes majors.

Observant les dades que disposem dels anys seixanta veiem com els municipis aportadors de bestiar presenten una variabilitat prou gran. Si bé els de la vall no canvien, els municipis de la plana es van modificant depenen dels acords de cada any. Els ramats continuen provenint de la plana catalana o de terres aragoneses però també trobem de alguna entrada de França<sup>4</sup> o del litoral català<sup>5</sup>. Actualment al comunal pastura un ramat del poble de Lladorre que ronda els cent caps de bestiar.

---

<sup>4</sup> Aulus (Ariège), 809 ovins (any 1963). Lladorre era zona de contactes i intercanvis amb França i la història comunal així ho indica.

Municipi Lladorre	Vall de Cardós	La plana
<b>vaques</b>	69	0
<b>equí</b>	61	0
<b>Oví i caprí</b>	0	6436
<b>Total caps de bestiar</b>	<b>130</b>	<b>6436</b>
<b>Total URM</b>	<b>122,2</b>	<b>804,5</b>

Taula 3.17. Número i origen del bestiar que passà l'estiu de 1958 a les pastures del municipi de Lladorre

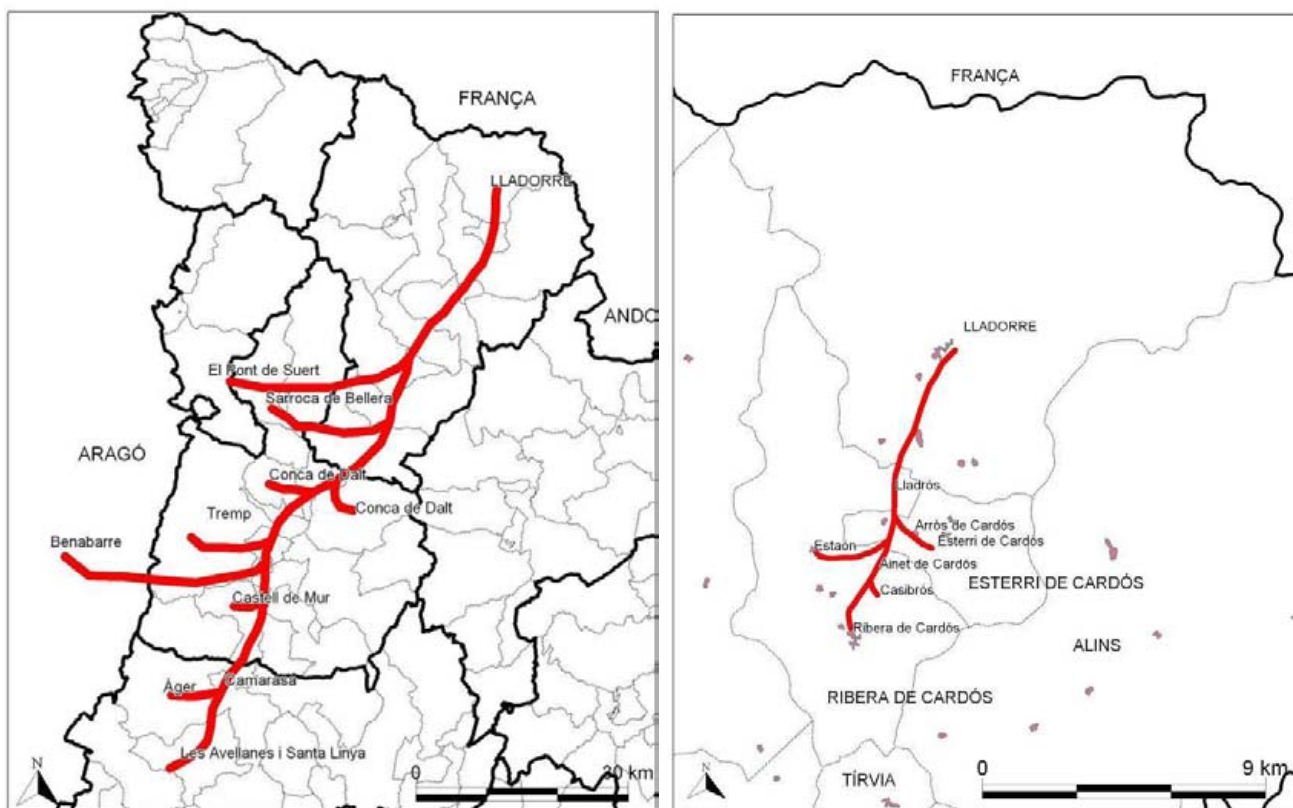


Figura 3.58. Municipis d'origen de la transhumància vertical i horitzontal que es donava a Lladorre l'any 1958. Font: elaboració pròpia.

<sup>5</sup> Olivella (Garraf), 120 caprí (any 1961)

### **c) La petició del poble**

Fins ara ens ha interessat veure la quantitat de bestiar que hi havia al poble i la quantitat que arribava des de fora per poder calcular quina seria la quantitat total aproximada que podia entrar cada estiu al comunal. En aquest apartat veurem quina era la petició d'ús del comunal per cada any que feien els veïns i que l'administració havia d'aprovar.

Les dades trobades al fons municipal comprenen un període d'uns vint anys, des de 1956-57 al 1977. Aquestes han estat completades amb les dades actuals, del 2002 al 2006, proporcionades per Carles Fañanàs, tècnic forestal del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya a la comarca del Pallars Sobirà.

A nivell general de caps de bestiar sembla que aquests plans confirmen la crisi del sistema tradicional i posen també el punt d'inflexió a principis de la dècada dels seixanta. Així a partir de l'any forestal 1961-62 començarà un descens continu fins a l'any 1968-69 que sembla que s'arriba a un mínim de 140 caps de bestiar. Amb només una dècada el nombre de bestiar queda reduït a un 13% del bestiar que entrava l'any 1959-60.

Tot i que aquesta anàlisi general de peticions sembla clara, les coses es comencen a complicar quan s'intenta entendre la realitat concreta de cada any. En la taula d'aprofitaments apareix l'aprofitament veïnal en caps de bestiar així com el de subhasta per aprofitar les pastures que sobren amb ramats de fora. En els dos primers anys forestals només apareixen en la taula aprofitaments a partir de subhasta i aquesta és guanyada per Lladorre igual que durant l'any següent. Tot i això, és imaginable que hi havia un aprofitament veïnal encara que no sortís a la taula. L'any forestal 1958-59 es demana un aprofitament amb uns valors molt més elevats que els altres anys: l'aprofitament veïnal passa del no res a quasi 2.000 caps de bestiar i es continua amb la subhasta per 900 ovins. Aquest any suposa un pic màxim difícil de creure si tenim en



compte el bestiar existent al poble i que les guies de circulació de l'any 1958 ens deien que a Boldís entraven uns 600 caps de bestiar forà.

Durant els anys següents apareixen aprofitaments veïnals amb algunes subhastes alguns cops guanyades pels mateixos veïns de Boldís. Això no vol dir que totes les pastures fossin per al bestiar de Boldís, molts cops servia per aconseguir una gestió total de les seves pastures fent directament els tractes amb bestiar de fora del poble els propis veïns.

En d'altres casos les subhastes es declaraven desertes els tres cops i llavors representava que només podia pasturar el bestiar del poble. Ara bé, altre cop els veïns podien fer tractes amb altres ramaders sense haver-hi la subhasta oficial.

Un altre episodi curiós es dona a la dècada dels setanta quan només es demana un aprofitament de 180 caps d'ovelles en subhasta i els tres cops la subhasta es declara deserta. D'aquesta manera representaria que a les pastures no podia anar-hi ni el bestiar del poble ni el de fora però altre cop podem pensar que es tracta d'un altre intent d'autogestió del poble.

L'anàlisi de tota aquesta taula ens porta a l'estudi d'un moment de crisi del sistema. Al poble s'estan produint canvis socials i econòmics que causen un impacte definitiu en l'estructura tradicional del poble: l'èxode rural deixa cases tancades, els canvis econòmics fan perdre valor a les pastures, cada cop arriben menys caps de bestiar,...

Tot això comporta que alguns models de gestió quedin obsolets davant aquesta nova realitat. El veïns opten per una gestió àgil de tractes directes amb el poc bestiar de fora i des de l'administració tampoc no es duu a terme un control de l'activitat a les zones de pastura.

Malgrat aquest procés de crisi avui els plans d'aprofitament comunal segueixen el mateix procés. El poble fa una demanda teòrica dels caps de bestiar veïnal i els tractes amb els forans es fan de forma directa a partir d'acords. Com veiem, durant els últims quatre anys no hi ha hagut canvis en les peticions de pastura. L'administració continua sense

controlar els caps de bestiar que puguen al comunal. Tot plegat, un procés prou obsolet si no s'adapta a les circumstàncies actuals.

Plans d'aprofit. comunal	pastures								Total
	vaques		ovelles		Major		has.		
	veïnal	subhasta	veïnal	subhasta	veïnal	subhasta	veïnal	subhasta	
1956-57		50		1000		60			1110
1957-58		50		1000		60			1110
1958-59	99		1675	900	117				2791
1959-60	-	60	100	900		60			1120
1960-61	60		900		60				1020
1961-62	60		900		60				1020
1962-63	70		800		50				920
1963-64	40(55) <sup>6</sup>		800(500)		30(15)				870 (570)
1964-65	40		75	276	30				421
1965-66	40(55)		75	276	15		138	262	406 (421)
1966-67	40(55)		75	276	15		138		366
1967-68	40		75		55(25)		138		170(140)
1968-69	40		75		25				140
1969-70									
1970-71				180					180
1971-72				180					180
1972-73				180				200	180
1973-74				180				200	180
1974-75				180				200	180
1975-76				180				200	180
1975-77				180				200	180
1975-78									
1975-79									
2002	40		250		10				300
2003	40		250		10				300
2004	40		250		10				300
2005	40		250		10				300
2006	40		250		10				300

Taula 3.18. Aprofitament comunal de les pastures segons el Pla d'aprofitaments comunal.

<sup>6</sup> Les dades que es troben entre parèntesi són els caps de bestiar que apareixen en un document annex a la taula de l'aprofitament comunal on es detalla l'ús veïnal de cada casa.



## 4. Discussió



## 4.1. Anàlisi pedoantracològica

### 4.1.1. Límit altitudinal històric del bosc a la zona de Plaus de Boldís

#### Montarenyo

Mitjançant l'aïllament dels carbons i la seva identificació podem saber fins allà on en algun moment de la història hi ha hagut biomassa llenyosa i concretament quins tàxons arboris. Aquesta pregunta, aplicada als Plaus de Boldís es respon de forma ràpida observant les dades pedoantracològiques: els carbons arboris localitzats més amunt se situen a 2.463 m i pertanyen a *Pinus sylvestris/uncinata*. Només en els dos punts de mostreig superiors (Mont 4 i Mont 5) deixem de trobar carbons arboris, encara que sí que en trobem d'arbustius o no identificats. El fet de no haver trobat carbons arboris en aquest dos punts més alts no descarta la seva presència en aquestes cotes, ja que l'absència de dades aquí no demostra que no n'hi pogués haver en d'altres llocs propers i, per altra banda, en ambdós punts tenim carbons que no han pogut ser identificats. A més, tots dos punts presenten peculiaritats topogràfiques que fan difícil que en aquest punts s'establís vegetació arbòria, si més no en posició erecta. Per una banda, Mont 4 (2.550 m) es localitza a recer d'una zona de tartera de poca inclinació que volteja el cim. Per altra banda, Mont 5 (2.593 m) es tracta d'un punt culminant sotmès actualment a condicions extremes i molt exposat al vent. Aquesta localització pot tenir conseqüències poc propícies per a la pervivència dels arbres en aquest punts, però també per a la conservació dels carbons en el sòl.

Un altre element a tenir en compte de l'anàlisi de la antracomassa arbòria és com aquesta s'ha distribuït en el si del transsecte de Boldís. Si bé ja hem dit en el cos del treball que les dades quantitatives s'han d'analitzar amb molta cura i precaució, les disparitats d'antracomassa ens els punts de mostreig fan ineludible el seu tractament. Com podem veure en la gràfica (figures 4.1 i 4.2), les quantitats de carbó poden passar dels quasi 200 mg/kg als 0,1 mg/kg. La correlació entre l'augment de carbons i l'altitud és un fet només

trenat pel punt Udes 1, indret amb característiques diferenciades dels altres tres que més endavant comentarem. Observant les gràfiques, tant la normal com la logarítmica, podríem agrupar els punts de mostreig en tres tipus en funció de la quantitat d'antracomassa arbòria (*Pinus*). Un primer grup format Udes 1, Plaus 1 i Plaus 4 (1.996 m - 2.200 m) tindria uns valors d'antracomassa d'entre 40 i 200 mg/kg de sòl. Un segon grup format per Plaus 6 i Plaus 8 (2.300 m - 2.400 m), amb un salt important de valor, se situaria entre 2 i 10 mg/kg. L'últim grup format per un únic forat, Mont 2, es troba dintre l'interval de 0 a 1 mg/kg de sòl. Interpretar el significat d'aquest valors és complex perquè desconeixem molta informació sobre la generació i emmagatzematge d'aquest carbó.

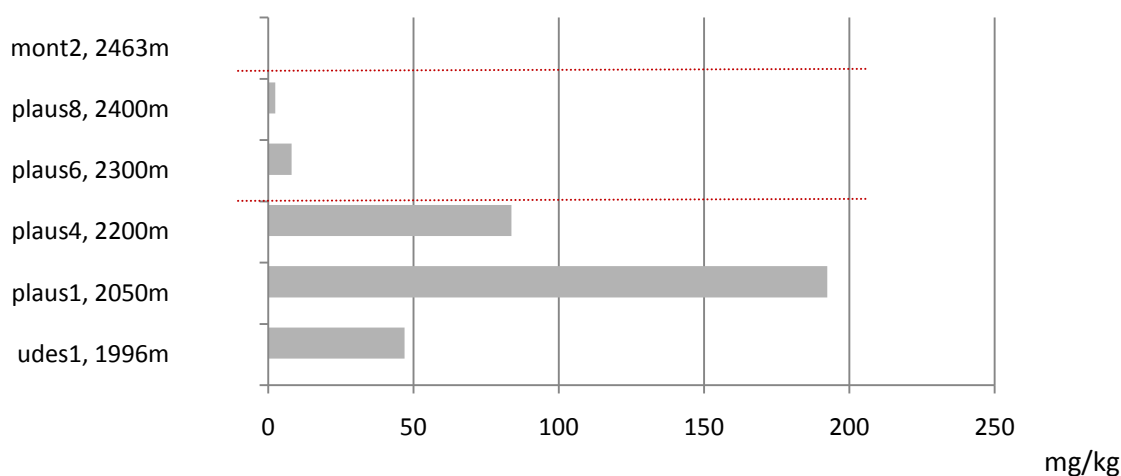


Figura 4.1: antracomassa arbòria (*Pinus*) per nivell de mostreig representada en escala aritmètica

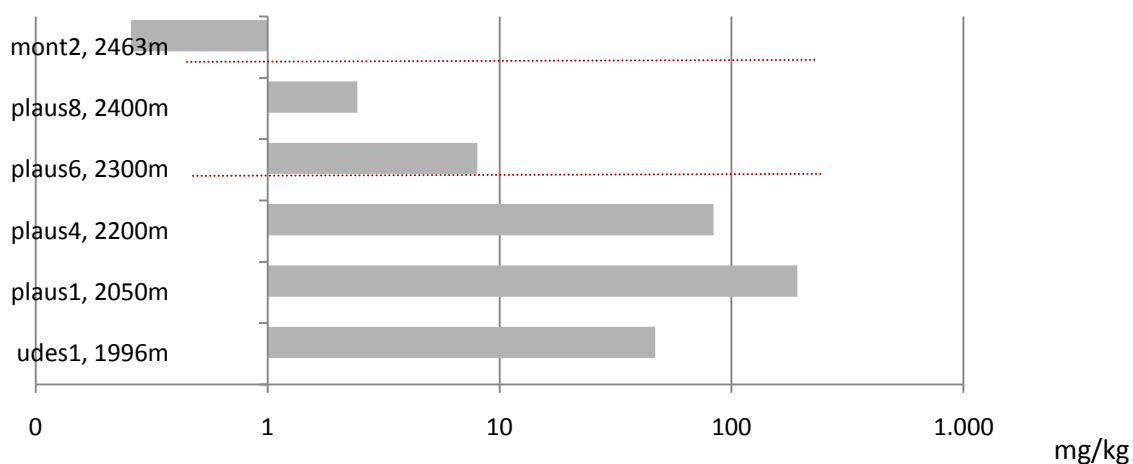


Figura 4.2: antracomassa arbòria (*Pinus*) per nivell de mostreig representada en escala logarítmica

En un exercici d'interpretació de les dades quantitatives obtingudes als Alps francesos Brigitte Talon (Talon 2010) identifica en el punt de decreixement sobtat entre el valors superiors i inferiors a 1 com la zona d'ecotò entre el bosc dens i la zona d'arbres esparsos fins a arribar al límit superior de l'arbre. És a dir, localitza el llindar del límit superior del bosc. La seva teoria no es fonamenta tant en la quantitat d'antracomassa sinó en el salt quantitatiu que hi ha entre els valors d'ambdues bandes del llindar.

Segons aquesta argumentació el límit superior del bosc històric al Pla de Boldís se situaria entre els 2.400 m i els 2.463 m, 400 metres més amunt de l'actual límit del bosc en el si del transsecte d'estudi (vegeu figura 4.3). En canvi, els arbres esparsos entre el límit superior del bosc i el límit superior dels arbres s'estendrien per sobre dels 2.463 m i per sota dels 2.550 m. D'aquesta forma, la vessant oest de Montarenyo hauria tingut arbres aproximadament fins als 2.400 m i el gran pla de Montarenyo s'hauria vist ocupat durant part del període holocè per pins esparsos, però no hauria estat cobert per un bosc dens. Tot i que aquesta interpretació es basa en l'aïllament dels carbons d'una mida superior a 0,4 mm i en el nostre estudi la mida mínima és de 0,8 mm, sens dubte es pot extrapolat ja que en l'experimentació en el laboratori s'ha vist que els carbons que van de 0,4 mm a 0,8 mm no representen una proporció nombrosa en el conjunt de les dades. Altrament, a mesura que augmentem d'altitud es fa més difícil identificar els carbons més petits degut a l'afectació dels seus caràcters anatòmics. S'ha observat en aquest treball que a mesura que l'altitud augmenta la proporció de carbons no identificat s'incrementa.

Per tal de poder confirmar o desmentir aquesta interpretació de les dades pedoantracològiques ens caldrien datacions de carbons de l'altiplà de Montarenyo (per sobre dels 2.400 m), que actualment no tenim per la insuficient dimensió (de fet, pes) dels carbons aïllats d'aquesta zona.



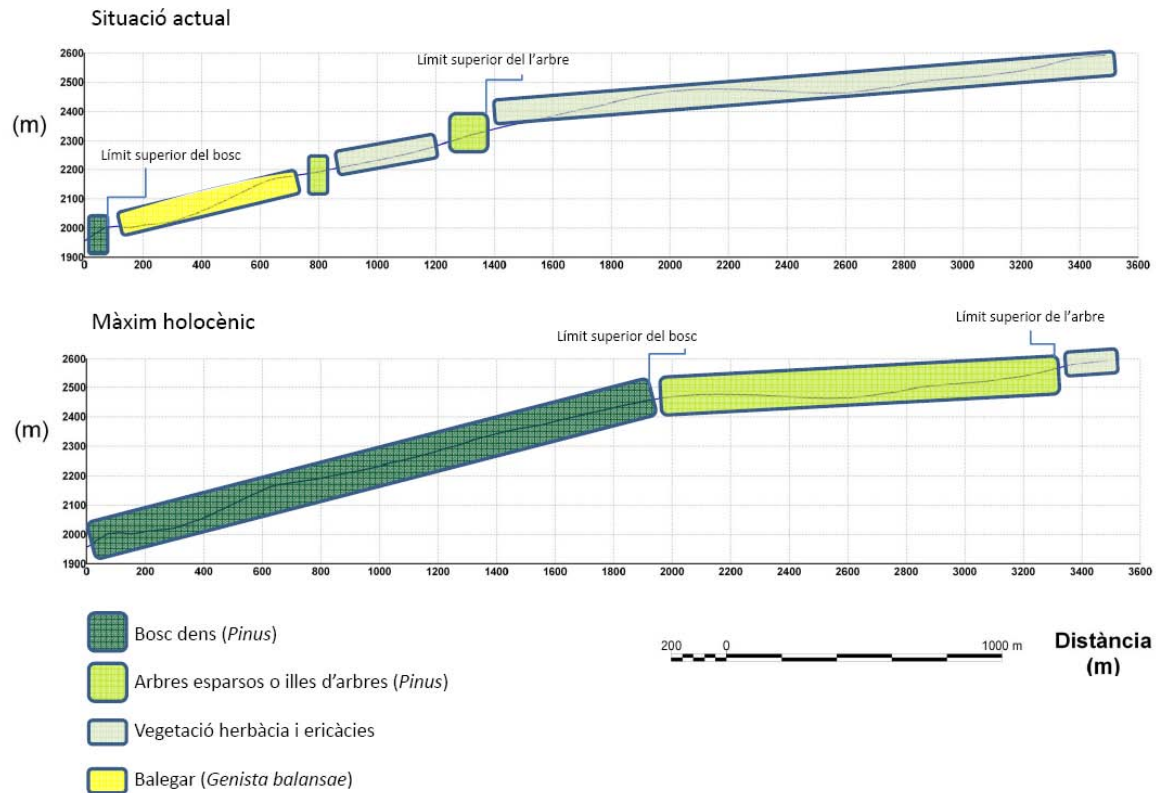


Figura 4.3. Esquema hipotètic d'interpretació en relació a la vegetació de les dades quantitatives d'antracomassa arbòria en el si del transecte Plaús de Boldís-Montarenyo.

Una altra interpretació quantitativa duta a terme per Adriana L. Carnelli en la seva tesi (Carnelli *et al.* 2004) ens situa el límit superior del bosc en el mateix llindar numèric (entre 0 i 1 mg/kg) citat de la Brigitte Talon però utilitzant el total d'antracomassa sense diferenciar espècies arbustives o arbòries. Aplicant aquesta interpretació, a la nostra zona el límit superior del bosc es localitzaria entre els 2.463 m i els 2.550 m. Però en no tenir en compte la distinció de l'antracomassa entre arbustiva o arbòria per nosaltres no té una valor interpretatiu real. Per acabar, no hem d'oblidar que en ambdues interpretacions, de Talon i de Carnelli, es posa de manifest en el text els interrogants existents entre la relació entre l'antracomassa aïllada i la biomassa històrica d'un punt.

A part d'aquest llindar superior, la antracomassa aïllada mostra un segon llindar, un punt d'inflexió a partir del qual es produeix un decreixement sobtat d'antracomassa arbòria entre els 2.200 m i els 2.300 m. Les causes que expliquin aquest salt quantitatiu

poden ser diverses. Una hipòtesi probable seria la fàcil regeneració del bosc en aquest àmbit de baixa altitud en aquest context d'alta muntanya. Una regeneració més fàcil implica que un cop desforestat aquest lloc recuperarà la seva massa forestal de forma relativament més ràpida i que per tal de conservar-lo com a zona de pastura o de tornar-lo a utilitzar, un cop aforestat s'hagi de cremar més sovint que altres zones més altes. Avui és fàcil veure com per sota de 2.200 m ens trobem com les masses arbòries de l'obaga estan avançant cap aquest punt. Tanmateix, les variacions no són lineals: entre els 2.250 m i 2.350 m, és a dir, més amunt d'aquest punt d'inflexió que podria marcar una diferència important per sobre i per sota en relació a la presència històrica de massa forestal, ens troben avui amb una illa d'arbres en expansió que sembla força independent de la massa forestal de l'obaga. Sense haver-ho analitzat a fons, una explicació probable és que pot tractar-se d'un petit rodal respectat *sempre* per motius que se'ns escapen (per exemple a mode de fita, ja que es troba en una ruptura de pendent i és visible tant des de baix com des de dalt, o tan sols com a aixopluc dins d'un extensíssim planell desforestat) i n'hi hauria prou amb un parell d'arbres per fer de font de llavors que explicarien la presència actual d'aquest petit rodal.

Es podria arribar a pensar també que l'acumulació de carbons en aquest punt és excepcional i que pot anar relacionada amb algun tipus d'activitat antròpica com ara el carboneig. Però mirant dades pedoantracològiques d'altres punts dels Alps aquestes quantitats d'antracomassa són equiparables a aquelles que trobem en els Alps en les mateixes altituds. En cas de tractar-se d'un punt de carboneig la quantitat de carbó seria molt més gran (Pèlachs 2004). Si el que es considerés fossin activitats d'artigatge lligades a l'agricultura, la concentració també seria molt més alta. A la vessant nord dels Pirineus una recerca pedoantracològica aplicada a l'estudi del cultiu en terrasses de muntanya (Bal 2006, 2010) registra valors de fins a 3.926 mg/kg o 1.568 mg/kg d'antracomassa per punt de mostreig amb un pes preponderant de les espècies arbòries, per tant valors molt superiors als aquí registrats.

El mateix fenomen d'acumulació de carbons per cremes recurrents ens podria explicar perquè en el punt de mostreig Udes 1 trobem menys acumulació d'antracomassa

que ens els punts superiors. És l'únic punt de mostreig que es troba en una zona forestal, per bé que rocallosa, moderadament escarpada i orientada cap al nord. Aquestes característiques la fan una zona poc apreciada per ser dedicada al pasturatge i per tant les cremes per temes ramaders sembla que podrien haver tingut un pes menor en aquest punt. Per altra banda, les condicions ambientals de les zones de solana oferirien unes condicions més idònies per a la combustió de la biomassa que no pas aquest punt d'obaga.

Amb tot, sembla que la posició de màxima altura enregistrada mitjançant els carbons del sòl als Plaus de Boldís del límit superior de l'arbre queda per sota del que altres recerques paleobotàniques pirinenques han apuntat. Tot i que actualment no existeixen estudis pirinencs pedoantracològics que es refereixin al límit superior del bosc, sí que comptem amb altres tipus de *proxis* que s'hi han referit. Així per exemple, el recent estudi paleobotànic realitzat a la vall del Madriu-Perafita-Claror situa el límit superior de l'ecotò alpí durant el període de l'Òptim climàtic holocè al voltant dels 2.600 m i el documenta per mitjà d'estomes de pi fins als 2.550 m. Ja que en l'estudi no s'ofereix informació en aquest sentit, entendrem aquestes dades com a límit superior de l'arbre. La diferència d'aquestes dades, amb els resultats que aquí es presenten sembla que tenen l'explicació en característiques locals com la geomorfologia del territori. Mentre que els punts de mostreig Mont 4 i Mont 5 del nostre treball es troben en una àrea culminant, les parets de l'estany Forcat, punt de mostreig del citat estudi, s'enfilen fins als 2.757 m. Aquesta fet implica que en aquest últim punt les àrees inferiors a aquesta altitud reben una protecció davant el vent i les condicions extremes. Aquesta podria ser una hipòtesi que expliqués aquesta diferència. Amb tot, amb aquesta hipòtesi de treball ens trobaríem davant dos casos on el límit màxim de l'arbre obtingut durant el període holocè s'ha convertit en un límit orogràfic o edàfic (Holtmeier *et al.* 2005). Ana Ejarque ens relaciona aquest límit amb l'existència de tarteres que no haurien permès l'ascens de la vegetació arbòria i per l'altre cantó, segons la hipòtesi expressada en aquesta recerca, la topografia culminant de Montarenyo de Boldís hauria impedit aquest mateix ascens.

Aquestes hipòtesis expressades prenen més força si repassem els resultats dels estudis pedoantracològics dels Alps. Aquests situen el límit superior de l'arbre per sobre dels 2.800 m (Talon 2010) i un límit superior del bosc força variable que pot anar dels 2.400 m als 2.685 m depenent de la vall.

#### **4.1.2. Monoespecificitat arbòria i gradient altitudinal arbusti**

La identificació de l'antracomassa ha posat de manifest el caràcter quasi monoespecífic (en rigor, monogenèric) arbori durant tot el període holocè als Plaús de Boldís Montarenyo. El *Pinus* és i ha estat durant tot aquest temps l'únic tàxon arbori que ha colonitzat aquest espai dels 1.996 m als 2.463 m. Només el bedoll (*Betula* sp) ha trencat aquest fet dels 2.000 m fins als 2.300 m i ho ha fet de forma molt feble, a la llum de l'antracomassa identificada. L'antracomassa de bedoll no supera en cap nivell de mostreig els 3,6 g/Kg. Tot i això hem de tenir certa precaució, com ens diu Brigitte Talon (2007) en la seva tesi, ja que el bedoll és un arbre que té tendència a quedar subrepresentat en l'anàlisi pedoantracològica degut a conservació diferencial dels carbons en el sòl. Els seus fragments es troben sovint més alterats que d'altres tàxons i presenten una major fragilitat.

Actualment, com ja s'ha dit, a l'àrea del transecte només trobem *Pinus uncinata*. La impossibilitat de diferenciar entre pi negre (*Pinus Uncinata*) i pi roig (*Pinus sylvestris*) fa que no puguem descartar la possibilitat que en el passat el pi roig hagi colonitzat cotes superiors als 2.000 m, gràcies a la seva plasticitat ecològica i a fases de condicions climàtiques més òptimes. A partir de l'anàlisi antracològica realitzada a diferents tipus d'estructures arqueològiques de la Vall de Madriu per sobre dels 2.000 m Itxaso Euba (2008, 2009) ens parla de "*la imagen de un pinar de pino negro similar a la actual, cuya característica es la monoespecificidad*" (Euba 2008, p. 269). S'ha de tenir en compte, però, que en aquest estudi l'abast temporal s'inicia a partir de 6600 cal BP, de manera que no existeix informació de bona part de la primera meitat del període holocè.

Pel que fa al bedoll, actualment en trobem alguns individus esparsos a 2.000-2.100 m en una franja d'interfase entre la zona de bosc i la zona de pastures. Ara bé, en la vessant sud el bedoll té un pes més clar. En aquesta àrea realitza el paper de tàxon arbori pioner en la colonització d'àrees avui extensament ocupades per bàlec (*Genista balansae*) El seu desenvolupament altitudinal en el si del transsecte mostrejat coincideix amb l'aconseguit per aquesta mateixa espècie arbustiva. Degut a la migradesa del material no s'ha pogut datar cap carbó i localitzar en el temps presències d'aquesta espècies al llarg del transsecte.

A l'estrat arbustiu ens trobem amb un llindar altitudinal situat entre 2.200 i 2300 m que marcaria dues situacions diferenciades. La part baixa d'aquest llindar ens trobaríem amb una major varietat d'espècies formada per la família de les ericàcies i per la *Genista balansae*. Per sobre d'ell la diversitat baixa i tant sols hi trobem carbons d'ericàcies. La quantitat de bàlec en els punts de mostreig és inversament proporcional a l'altitud. Un fet a remarcar de la seva distribució és la importància que pren en Udes 1, que com ja s'ha dit és un punt de mostreig actualment situat en zona forestal madura. En l'escandall corresponent apareix un nivell profund (40-50 cm) de carbons arboris i quatre de superiors compostos majoritàriament per carbons de *Genista balansae* (40-0 cm). La datació de dos carbons de Pinus del nivell profund fa referència al període de transició entre el tardiglacial i l'Holocè (10284-10505 cal BP i 9555-9831 cal BP). Per altra banda un carbó de bàlec localitzat al nivell NII (30-45cm) correspon als segles XII-XIII (679-799 cal BP). Actualment el bàlec es desplega fins als 2.250 m, coincidint d'aquesta forma amb la seva distribució pretèrita segons els carbons aïllats.

En els punts de mostreig on les ericàcies són l'únic arbust, són molt importants quant a nombre de fragments identificats però tenen poc pes relatiu en comparar-lo amb les masses arbòries, degut a la petita dimensió d'aquests carbons (vegeu Plaus 6 i Plaus 8). De tota manera aquesta dinàmica es trenca en arribar al punt culminant (Montarenyo, 2.593 m), on les ericàcies són l'única vegetació llenyosa identificada.

### 4.1.3. Una cronologia holocena

La datació del carbó ens permet conèixer quan ha tingut lloc l'incendi que ha generat el carbó. Per tant, el que fem és datar fases de reculada del bosc però alhora certifiquem la seva existència prèvia. Els resultats de les quinze datacions realitzades comptant el punt de mostreig PLETA de la solana ens ofereixen la següent periodització:

- Paleolític-Mesolític (transició Tardiglacial-Holocè i Holocè primerenc) (10500-9500 cal BP)
- Neolític Mitjà (5200 cal BB)
- Edat de Ferro-Període Romà(2300-1800 cal BP)
- Edat Medieval (1100-700 cal BP)

La gran fragmentació dels carbons no ha permès un datació de cap mostra dels punts de mostreig superiors a 2.300 m. D'aquesta forma no s'ha pogut arribar a conèixer en quin moment es va produir la crema de la màxima posició altitudinal de l'arbre assolida a la zona de Montarenyo. La dispersió de les dades al llarg de 300 m de desnivell (1996-2300 m) dels quals tenim dades mostren un patró prou dispers de les datacions. És evident que amb la quantitat de datacions actuals no podem dur a terme una anàlisi precisa en aquest sentit, però sí que podem assegurar que la zona ha estat recurrentment cremada perquè en cadascun dels punts trobem datacions de diferent cronologia.

La vessant temporal dels incendis i els canvis de paisatge s'analitza en profunditat més endavant, en l'apartat 4.2 (*Evolució holocena del paisatge d'alta muntanya i del límit superior del bosc als Plaus de Boldís-Montarenyo*). En la present secció s'analitza de forma conjunta els resultats de les tres *proxis* paleoambientals.

### 4.1.4. L'emmagatzematge de la informació: distribució dels carbons en el perfil del sòl

Un dels gran reptes de la pedoantracologia és conèixer com i en quina quantitat els carbons són incorporats al sòl. Elements com l'elevat pendent, l'acceleració de l'erosió en

el post incendi o els fenòmens geomorfològics periglacials en àrees de muntanya hi poden tenir un paper determinant. Ara bé, un cop l'antracomassa és integrada al sòl se'n planteja l'interrogant de com aquesta és dipositada en el perfil del sòl i com hem d'interpretar la seva localització en aquest medi.

Com hem vist en l'apartat dels resultats els carbons no es distribueixen d'una forma homogènia en el si del perfil ni de forma estratificada. Les màximes concentracions de carbons es localitzen en els nivells intermedis i superiors en la majoria dels casos. Com ja s'ha vist en altres recerques realitzades als Alps (Carcaillet 2001), l'antracomassa tendeix a localitzar-se als nivells més superficials a mesura que augmentem l'altitud dels punts de mostreig. Només Udes1 presenta una situació inversa. Aquesta situació creiem que podria ser explicada per la seva naturalesa de sòl forestal. Les arrels i d'altres tipus de bioturbació podrien ser el motiu d'aquesta diferent disposició del carbó.

Una qüestió bàsica a respondre és veure si els sòls presenten una certa estratificació temporal dels carbons i si aquesta possible estratificació en permet reconèixer "assemblatges" en el si del sòl. És a dir, si el sòl ens permet trobar grups de carbons procedents d'una mateix incendi o incendis pròxims que ens permetin descriure la vegetació del moment de l'incendi. En la figura 3.24 hem vist com es relacionen l'edat dels carbons i la seva localització en el sòl al llarg del transecte d'estudi.

De forma general veiem com els carbons no presenten una estratificació coherent, ja que l'edat dels carbons no va lligada a la profunditat del sòl. Hi trobem carbons de més de 2.000 anys per sota de carbons del segle X. Malgrat això, sí que veiem que el grup de carbons més antics de la transició entre el tardiglacial i l'Holocè primerenc es localitzen en els nivells de mostreig dels horitzons més profunds. Aquests carbons més antics es localitzen a la base del perfil del sòl i sempre d'una forma pròxima a l'horitzó C. Aquest fet ens fa pensar que entre el grup de datacions més actuals i aquest grup inicial hi pot haver hagut processos de pedogènesi que hagin allunyat aquest carbons en el perfil del sòl. Cal tenir en compte que entre aquest grup de carbons més antics i els carbons de la segona meitat de l'Holocè els separen 4.000 anys d'història dominats en una bona part per un clima mesòfil característic de l'Òptim Climàtic Holocènic. Per altra banda, aquest carbons



més antics ens serveixen per demostrar una antiguitat mínima d'aquests sòls de 10.000 anys. Tant Favilli (2010) com Carcaillet (2001) han posat de manifest en els seus treballs el paper que poden exercir els carbons a l'hora d'estimar processos de formació dels sòls.

Les hipòtesis per explicar la no correspondència entre la profunditat del sòl i el carbons s'han relacionat diverses vegades en la literatura científica amb fenòmens de bioturbació molts cops lligada a cucs i insectes (Carcaillet 2001; Talon 1997) o a l'acció de les arrels a l'hora de retenir, enfonsar o fragmentar el carbons (Talon *et al.* 1998). En el nostre cas, durant el treball de camp no vam observar signes de bioturbació evident. El sòl de la zona té uns valor elevats d'acidesa i això no propicia aquest tipus d'activitat. En canvi sí que es traca d'un sòl amb moltes arrels i microarrels propiciades per aquest sòl de prat altament orgànic com el que tenim a la zona.

Per un altre cantó, aquest fenomen es pot veure explicat per tot un conjunt de processos geomorfològics periglacials que succeeixen en el sòls alpins. L'efecte del gel-desgel del sòls porta a fenòmens com la crioturbació que tenen un paper important en els processos de moviments verticals a l'interior del sòl. Són la causa del fenomen de la "gespa encoixinada" que trobem als punts més humits de Montarenyo. Una altra conseqüència periglacial que es dona a l'àrea d'estudi és l'expulsió i aixecament de les pedres més grans del sòl, conegut amb el nom de *gel d'exudació* ("pipkrake"). Per últim, la solifluxió és un d'aquest altres processos lligats als cicles de gel-desgel. Amb el desgel es fluïdifica el mantell edàfic i es generen lòbuls que es desplacen i poden cobrir superfícies preexistents. Aquest fenomen s'ha detectat en algunes àrees dels Plaus de Boldís i s'ha intentat evitar alhora de mostrejar. En el procés de descripció del sòl no s'han observat elements que fessin pensar en aquest tipus de moviment.

La correspondència o no del sòl i l'edat dels carbons varia depenen de les condicions o zones de mostreig. Així per exemple en sòls dels tròpics (Vernet *et al.* 1994) s'ha pogut corroborar l'estratificació dels sòls. Carcaillet (2001) també proposa que, si bé de forma individualitzada els carbons no compten amb una estratificació, sí que hi poden respondre els diferents conjunts o paquets de carbons de característiques semblants en el conjunt del perfil del sòl. Ara bé, aplicar aquesta teoria en medis com el que s'ha estudiat aquí pot

ser extremadament complicat degut a la ja esmentada quasi monoespecificitat arbòria que presenta el mostreig realitzat.

Amb tot, aquest estudi ens torna a demostrar que la pedoantracologia no ens pot oferir una bona resolució temporal dels incendis. Afinar en aquest sentit passaria per l'augment de les datacions i ni d'aquesta forma no obtindríem la certesa d'una continuïtat. Una forma de millorar el contingut temporal és complementar aquesta disciplina amb d'altres que ofereixin una cobertura temporal contínua com les fonts paleobotàniques sedimentàries. Per tal d'aconseguir aquest objectiu i indagar en les causes dels incendis en el pròxim apartat es presenta una síntesi ambiental d'aquesta zona a partir de tres *proxis* paleobotàniques: la pedoantracologia, la palinologia i l'estudi dels carbons sedimentaris.

## **4.2. Evolució holocena del paisatge d'alta muntanya i del límit superior del bosc als Plaus de Boldís-Montarenyo**

En aquest apartat es presenta una breu geohistòria de ambiental de l'àrea de Plaus de Boldís-Montarenyo centrada en l'espai alpi i subalpi. Per fer-ho s'han utilitzat de forma interdisciplinària les tres *proxis* paleobotàniques ja esmentades: pedoantracologia, palinologia i carbons sedimentaris. En la figura 4.4 es pot veure la localització dels 9 punts d'extracció de sòl i dels dos de testimonis sedimentaris i en la figura 4.5 es mostra de forma esquematitzada com es produeix l'encaix temporal de les tres metodologies.

### **4.2.1. Paleolític–Mesolític (inici del període holocènic) (11000-8200Cal BP)**

El carbons amb una datació més antiga corresponen a una fase de transició entre el Tardiglacial i l'Holocè i inicis d'aquest últim: 9600-9800 i 10200-10800 cal BP. Tots els carbons datats pertanyen a *Pinus sylvestris/uncinata* i la seva massa es localitza en dos punts a diferents altituds: 1.996 m (Udes1) i 2.200 m (Plaus4). Durant aquest mateix període podem veure acumulacions de macrocarbons en el registre sedimentari. Concretament veiem com apareix un primer pic aïllat de carbons al voltant de 10200 cal BP i més endavant comença un període de contínua concentració de partícules carbonoses que va del 9700 al 9300 cal PB. En aquest moment encara no comptem amb dades de l'anàlisi pol·línica.

Segons Power (Power *et al.* 2007), l'interval que va de 12000 a 9000 cal BP és un moment de canvi en el règim d'incendis a escala mundial. A Europa, tot i que la heterogeneïtat és un fet, la tendència es bàsicament a l'alça durant les etapes inicials holocenes.

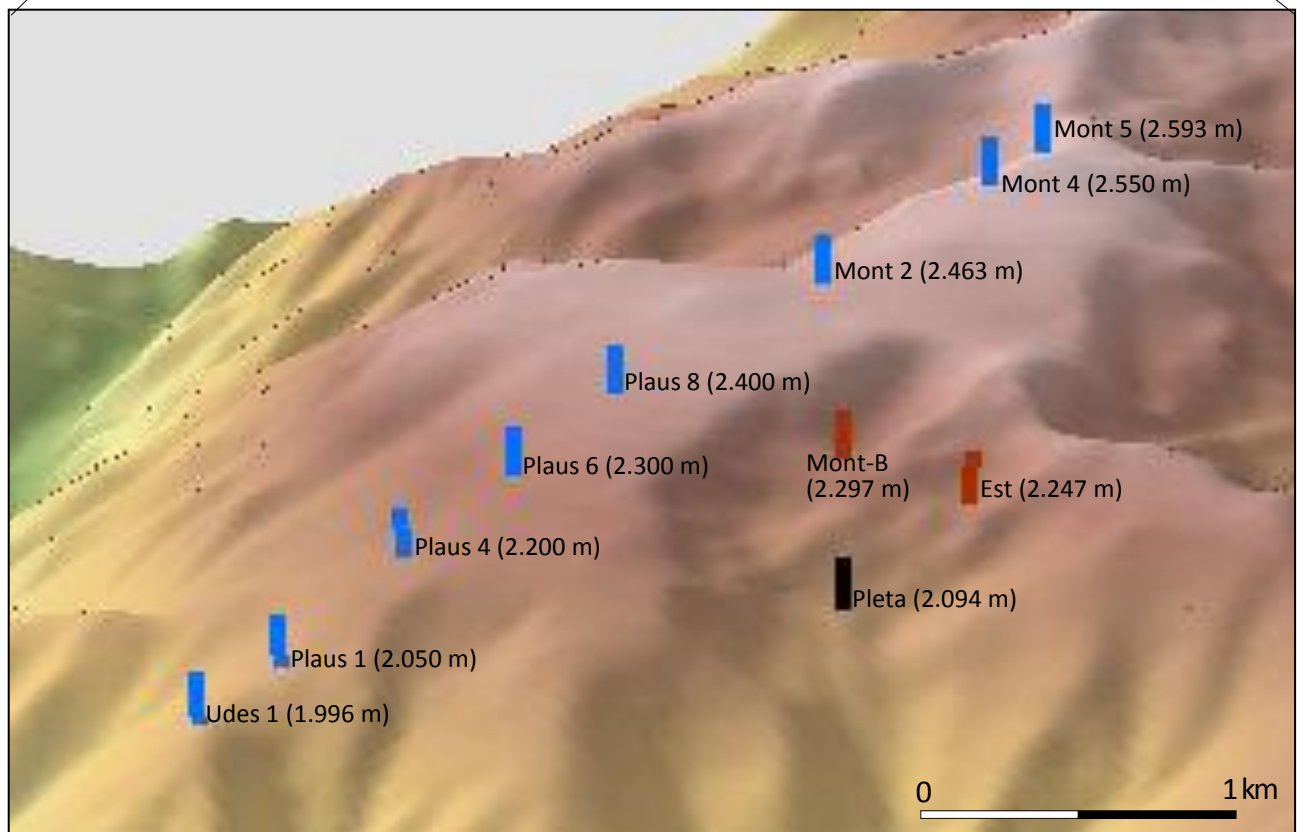
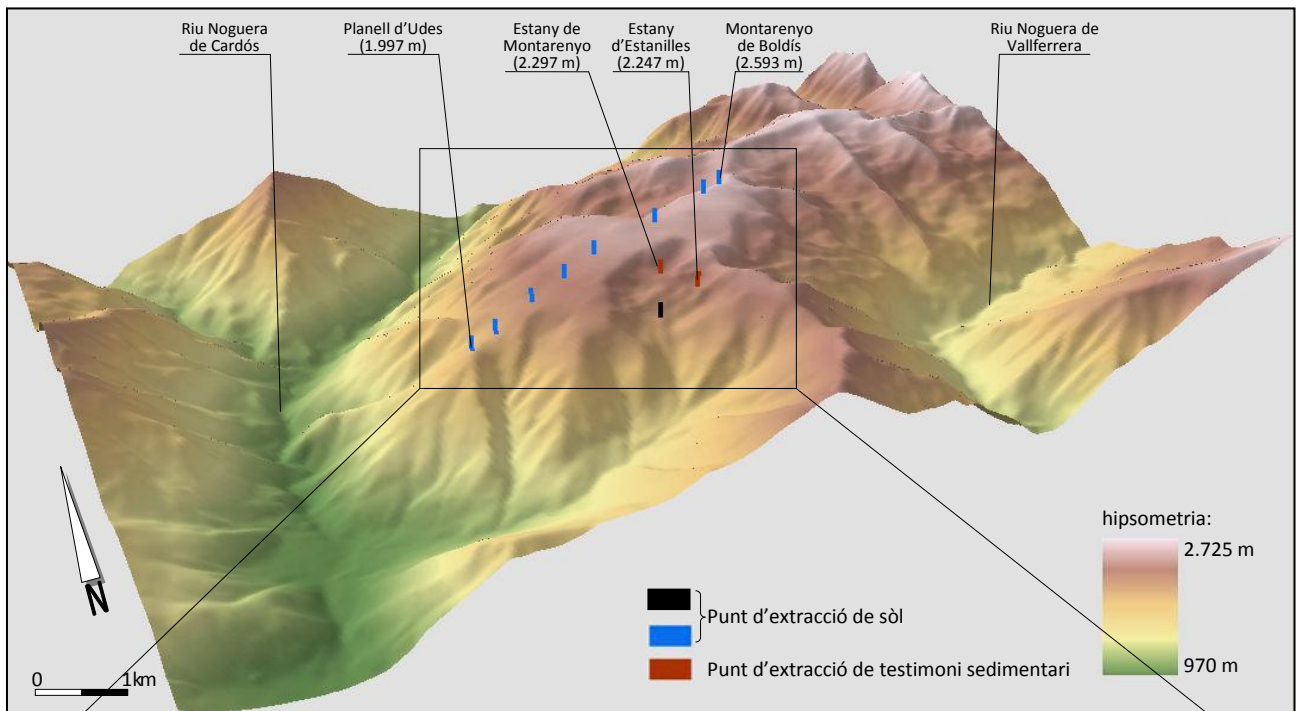


Figura 4.4. Localització dels punts de mostreig de les diferents metodologies

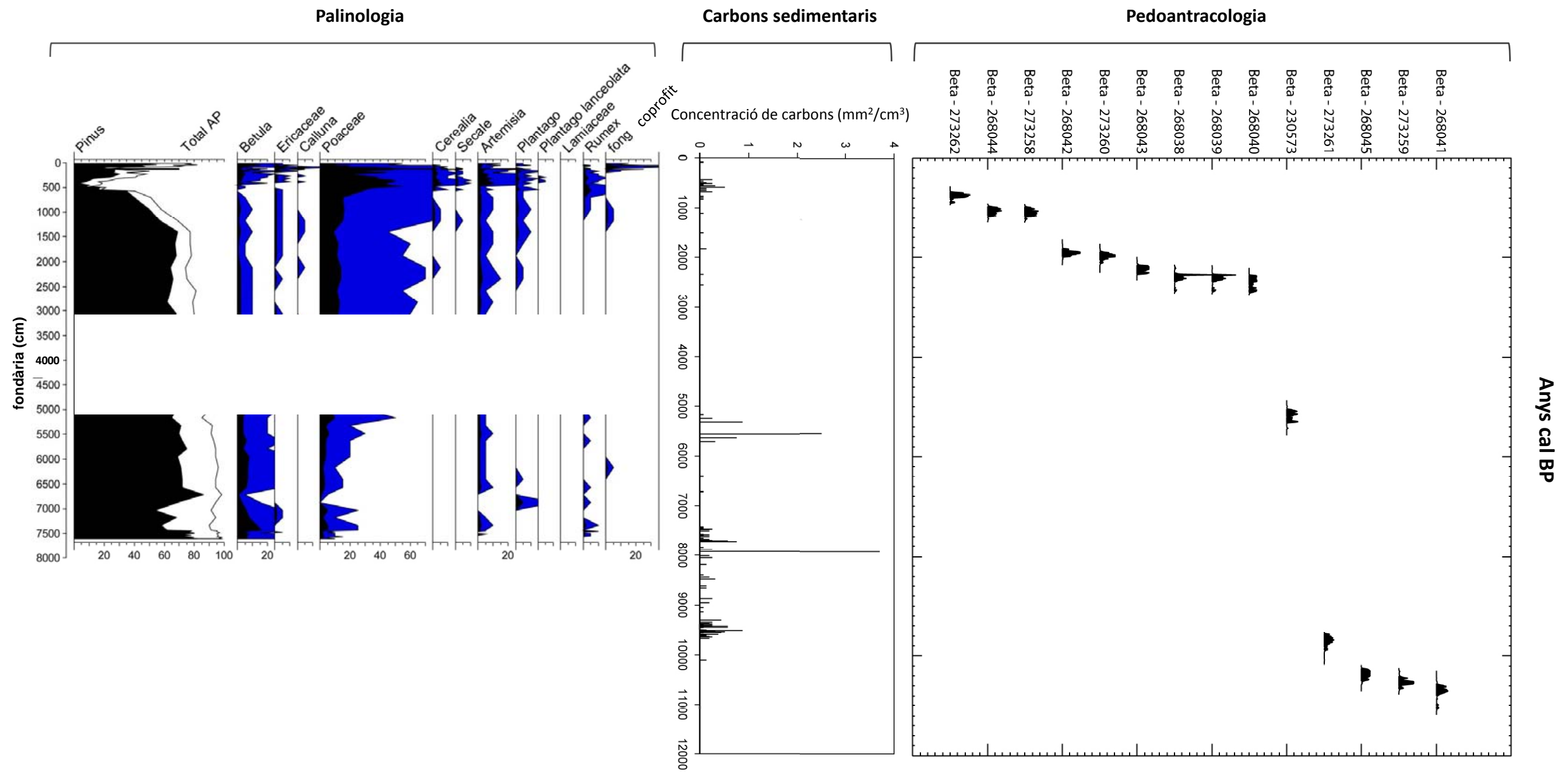
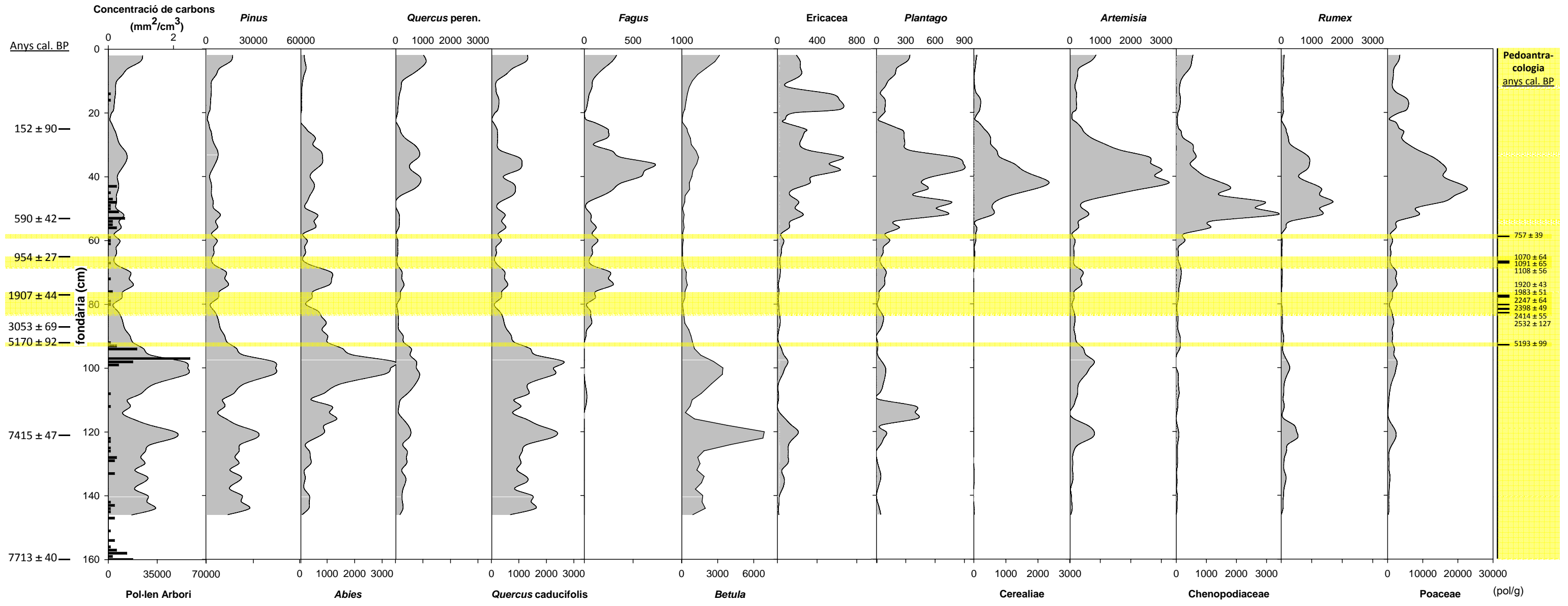


Figura 4.5. Gràfiques de síntesi dels resultats paleoambientals. Dades pol·líniques expressades en percentatge i en concentració (pol/g) (vegeu pàgina següent)





Aquests primers incendis es troben poc representats en els estudis pedoantracològics europeus. Els pocs exemples es donen als Vosges alemanys, on Goepf troba *Pinus* (Goepf *et al.* 2004; Goepf 2007) i als Alps francesos on Favilli troba *Pinus* i *Larix* (Favilli *et al.* 2009). En canvi, sí que tenim més evidències d'aquesta fase inicial holocena a partir dels carbons sedimentaris tant a nivell pirinenc com europeu (Carrión 2002; Finsinger *et al.* 2006; Sadori *et al.* 2008; Vannièrre *et al.* 2008). La corba de macrocarbons sedimentaris de l'estany de Burg ens mostra un registre continu de baixa intensitat de carbons que aniria del 10800 al 8700 cal BP amb dos pics clars al 9800-9900 cal BP i al 8700 cal BP. La quantitat de partícules es menor que a Boldís però molt més contínua en el temps.

Les anàlisis de macrocarbons dutes a terme a la vall del Madriu (Ejarque 2009; Miras *et al.* 2007) també ens mostren un augment de les partícules carbonoses a les àrees subalpines i alpines (10800 i 9600 cal BP). Al mateix principat d'Andorra, estudis centrats en els sediments fluvials han datat capes de carbons d'aquest període (Turu 1992).

L'arribada de l'Holocè implica una millora de les condicions climàtiques, tot i que és un període amb una forta inestabilitat difícil de caracteritzar amb precisió. Aquesta millora es veu reproduïda en els registres sedimentaris on el pol·len arbori augmenta de forma clara (González-Sampériz *et al.* 2006). Però hi ha d'altres elements climàtics que ens ajuden entendre els incendis d'aquests períodes. En primer lloc, l'aridesa en l'àrea mediterrània quedarà registrada per la vegetació (Jalut *et al.* 1997; Jalut *et al.* 2009) o pel baix nivells del llacs (Magny *et al.* 2007). Per altra banda, parlem d'una gran amplitud tèrmica anual donada per paràmetres orbitals que indueixen a una gran intensitat de radiació solar a l'estiu i mínima a l'hivern (Berger *et al.* 1991). Aquestes condicions podrien comportar un increment de la biomassa provocat per l'augment de les temperatures i al mateix temps un estiu secs i càlids, condicions altament afavoridores dels incendis.

Les condicions citades i el caràcter regional dels incendis ens porten a pensar en un origen climàtic d'aquest primers incendis detectats en la transició entre l'Holocè i el Tardiglacial. Ara bé, alguns autors apunten el paper que pot tenir en societats de caçadors

recol·lectors el foc com a eina per reduir la biomassa i manejar flora i fauna (Bowman *et al.* 2009). Per altra banda, cal recordar que en aquest període ja trobem el jaciment arqueològic de la balma Margineda a Andorra (Guilaine *et al.* 2007) en el si d'una vall del Pirineu axial.

La comparació dels carbons sedimentaris amb les dades pol·líniques regionals d'aquest període en territori pirinenc (Ejarque 2009; Pèlachs 2004) fan pensar en incendis locals dintre un context regional propiciats per les condicions climàtiques i l'existència d'una biomassa vegetal suficient. Aquests incendis permeten corroborar la pionera colonització per part del pi fins als 2.200 m, coincidint amb els resultats obtinguts a la vall del Madriu (Ejarque 2009) i la també primerenca afectació del límit superior del bosc per part dels incendis. Per altra banda, la identificació del pi en els carbons del sòl d'aquest període aïllats als Alps i els Vosges no fan més que verificar-nos la plasticitat del pi i el seu paper pioner en la colonització dels espai d'alta muntanya europea.

L'etapa compresa entre 9800 i 8000 cal BP els incendis continuaran sent recurrents en l'àrea d'estudi amb pics de baixa i mitjana intensitat. Sembla que l'esdeveniment fred del 8200 cal BP (Pla *et al.* 2005) no va suposar una disminució dels incendis a Boldís. En la corba de carbons de Burg es constata com en aquest moment es registren cremes freqüents i importants. Tot i això, cap dels carbons del sòl que s'ha pogut datar no correspon a aquest període.

#### **4.2.2. Neolític antic i mig (7950- 5450 cal BP)**

Com ja s'ha deixat entreveure en l'apartat anterior aquest període cultural s'inicia amb el valor més alt de carbons enregistrat en el si de la torbera d'Estanilles (7900 cal BP). Aquest punt és seguit per un període d'acumulació de carbons amb pics importants al voltant entre 7700 i 7400 cal BP. Aquest incendis no es troben representats en els carbons del sòl datats però sí que podem veure les seves conseqüències en el registre pol·línic

d'Estanilles. Conseqüències que dibuixen dinàmiques en el paisatge vegetal i en el funcionament de l'estany.

Entre 7600 i 7400 cal BP el pol·len ens mostra un paisatge de bosc tancat característic de l'Òptim Climàtic del Mig Holocè (Jalut 2009) en la zona pirinenca. El percentatge de pol·len arbori s'aproxima al 100% i un paper important el conformen les espècies caducifòlies pròpies de l'ambient mesòfil: bedoll (*Betula* sp), roure (*Quercus* sp.), avellaner (*Corylus*) o til·ler (*Tilia*). Els incendis copsats amb els macrocarbons sembla que tenen poca incidència i només observem una lleu forma serrada en les corbes de concentració de la majoria dels pol·lens arboris. D'aquesta forma aquest focs semblen donar-se de forma arbitrària en els diferents estatges altitudinals. Per altra banda, les recuperacions forestals són ràpides en aquest context d'òptim climàtic. Cal esmentar que en aquest període ja ens apareixen valors considerables d'ericàcies i artemísies que podrien anar enllaçades amb aquestes cremes.

La primera obertura important i evidència d'intervenció humana arribarà a partir del 7400 cal BP. Tot i que la corba dels macro carbons recollits per l'estany no ens mostri una gran concentració, les conseqüències sobre el paisatge són clares. Els percentatges de pol·len arbori es redueixen un 80% en conjunt i els tàxons més afectats són *Pinus*, *Corylus* i *Quercus* caducifoli. Al mateix temps es produeix un increment de gramínies i apophytes com *Plantago*, *Rumex* o *Chenopodiaceae*. Amb l'augment d'aquesta tipologia de pol·lens, sembla clar que les obertures de bosc van lligades a l'activitat humana i concretament a la pastura (Mazier *et al.* 2009).

Al mateix temps que passen aquests episodis d'obertura podem veure com s'engeguen dinàmiques forestals. La davallada del pi obre un procés de successió forestal iniciada pel bedoll (*Betula*), el primer colonitzador, però que continuarà l'abet (*Abies*). Aquesta successió es veurà propiciada durant aquest període pel clima mesòfil i les obertures forestals.

Aquest canvis en la coberta vegetal es veuen acompanyats per canvis en l'estany. La sedimentologia ens marca un canvi de material que ens mostra una fase més energètica.

Per un altre cantó, l'augment de *Sparganium*, *Pediastrum* i l'elevat nombre de *Botryococcus* ens mostren un llac consolidat on ja hi ha una aportació de nutrients que permet el desenvolupament d'*Isoetes*.

Amb tot, probablement aquest episodi no altera de forma important el bosc. Les obertures sembla que es donen en tots els estatges i el caràcter itinerant ens fa pensar que, tot i que pot veure's afectat, el límit forestal del bosc no resta alterat per l'activitat antròpica. Per altra banda, el context mesòfil de l'Òptim Climàtic genera un paisatge arbrat que ens fa pensar en el moment de màxima altitud del bosc. L'elevat percentatge de pol·len, concretament de pol·len de *Pinus*, ens fan pensar en una gran massa forestal a cotes inferiors i superiors de la torbera.

El sistema de petites obertures en els espai forestal continuarà durant el següent mil·lenni. Un indicador clar de l'aprofitament ramader d'aquestes àrees és l'aparició de fongs copròfils en la torbera. També serà en aquest període quan masses arbòries comencen una tendència de descens en els nivells percentuals mentre que les poàcies van mantenint una tendència oposada. Això fa pensar en una acció sostinguda però creixent en el medi per part de la societat.

A partir de 6200 cal BP el llac passa a prendre comportament de torbera per rebliment. Les algues i plantes aquàtiques com el *Pediastrum* i *Botryococcus* decauen o desapareixen.

#### **4.2.3. Neolític final (5450-4450 cal BP)**

La transició al neolític final es produeix alhora amb un canvi de paisatge en la zona de Boldís. A partir de 5400 cal BP s'inicia un període amb incendis i canvis d paisatge que tenen el seu reflex clar en les tres *proxis* emprades.

Els macrocarbons sedimentaris ens dibuixen una fase d'incendis o cremes dibuixada per dos períodes de concentració de carbons que van des de 5400 cal BP a 5100 cal BP amb un pic màxim en la fase final d'aquest període. Per un altre cantó ens trobem amb un carbó del sòl de l'espècie *Genista balansae* datat a 5320-5050 cal BP (vegeu l'annex 1). Aquest és localitzat a la zona de Conques, a la solana de Montarenyo (2.094 m).

Els incendis testimoniats pels carbons tenen una incidència clara sobre el paisatge vegetal durant el neolític final a la zona de Boldís. L'obertura queda palesa en el descens de la concentració del pol·len arbori. La retracció de la pineda és un fet, però altres espècies com l'avet o el roure també es veuran afectades de forma incisiva.

En aquest context de canvi les herbàcies com les poàcies guanyaran pes i es consoliden com una part del paisatge d'aquesta àrea, paper que ja no perdran en tota la resta de l'Holocè del qual tenim dades. Altrament, les espècies lligades a la presència humana, a llocs oberts i a la pastura com *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Geraniaceae* i l'artemísia veuran augmentada la seva presència. Altres, com les *Asteraceae*, apareixeran per primer cop.

D'aquesta forma, veiem com aquest pas per l'equador del període holocènic suposa un salt cap al paisatge ramader de les zones d'alta muntanya. Si bé en l'anterior fase la societat havia començat a modificar de forma puntual i localitzada aquests paisatges, a partir d'ara l'afectació s'estén pel territori.

Analitzant les conseqüències sobre el paisatge vegetal, podem veure com les obertures són més extenses que en el període anterior. Els carbons sedimentaris ens mostren una gran quantitat de biomassa cremada per sobre dels 2.000 m i el descens de les concentracions pol·líniques dels tàxons arboris és ràpida i acusada. El canvi de paisatge és clar.

A part de l'obertura del paisatge durant aquest període s'inicien un altre tipus de dinàmiques forestals que ens apropen a una diversificació taxonòmica i que tenen com a protagonista el faig (*Fagus*). L'aparició del faig sembla que va lligada a aquest procés de

creació de clarianes que ell aprofita per instal·lar-se i reproduir-se. Així mateix, un possible canvi climàtic que té lloc en aquest moment també podria afavorir la seva arribada i dispersió. Aquest seria caracteritzat per un augment de la humitat i les boires en un moment de transició entre el període Atlàntic i Subboreal (4500 BP). Les recerques realitzades a l'estany Redó (Pla *et al.* 2005) ens mostren com es produeix una baixada de la temperatura, copsada a partir dels crisòfits del llac i el descens de la matèria orgànica. Si bé en la zona mediterrània Jalut (2000) descriu una fase d'aridesa en aquest període, en les zones de muntanya podria traduir-se en més humitat degut a l'augment de les pluges convectives (Pèlachs 2004). Aquest canvi climàtic també podria propiciar un major ús i freqüentació de les àrees de muntanya per aprofitar-ne les pastures d'estiu.

L'afectació per part dels incendis no sembla que es centri en una altitud concreta sinó que es duria a terme a diferents estatges. Per una banda, l'alta concentració de carbó en el registre sedimentari ens indica una presència important de les zones pròximes i superiors a la torbera d'Estanilles (2.247 m). Per l'altra, la localització en el sòl del carbó de bàlec a 2.094 m ens confirma aquesta afectació de l'estatge subalpí. Observant el tàxon arboris afectats: *Abies*, *Quercus* caducifoli i *Corylus*, però també pi, sembla que les obertures podien dur-se a terme en zones subalpines de la vall.

Un altre element a destacar d'aquestes cremes és l'afectació d'àrees de bàlec (*Genista balansae*). Com ja s'ha dit en aquesta recerca el bàlec és un arbust lligat a la pertorbació de les pinedes de solana sobre substrat àcid d'aquesta àrea del Pirineu. És l'únic arbust que actualment podem veure que colonitza i que enceta la dinàmica successiva d'aquestes zones. A partir de la consulta de fonts orals locals i de bibliografia (Métailié *et al.* 2003), sabem que la gestió tradicional d'aquests espais de pastures preses a la pineda ha anat lligada a la crema periòdica i controlada del balegar per tal de conservar els prats de pastura. De fet a la vall veïna de Ginestarre encara avui es duen a terme de forma freqüent cremes controlades. La periodicitat d'aquestes va dels 7-10 anys als 2-3 segons diferents aspectes, com l'altitud i la insolació entre d'altres, que ens porten a dinàmiques vegetals diferents. El fet és que trobar-nos aquest carbó de *Genista balansae* en aquest període ens planteja la hipòtesi de la realització, ja no solament de

cremes d'obertura, sinó de cremes de conservació de les pastures ja manllevades al bosc. Aquest fet implicaria parlar d'una ramaderia que s'escapà d'aquella ramaderia mòbil de petits rodals o obertures forestals i que té uns espais estables que conserva. Dit d'una altra manera, podem pensar en una localització concreta de les activitats en el territori i una gestió diferenciada dels espais per part de les societats neolítiques.

Les estratègies de dispersió pol·línica entomòfila del bàlec fan molt difícil l'enregistrament de la seva presència en les àrees sedimentàries. Ara bé, el seu paper en les dinàmiques vegetals locals de l'àrea d'estudi és patent i un bon exemple és l'extens balegar que cobreix la solana de Boldís i la seva dinàmica vegetal recent .

Els estudis paleobotànics i arqueològics realitzats en zones properes no fan més que corroborar aquesta intensificació de la freqüentació humana d'aquests espais. A nivell palinològic aquesta fase és copsada a l'estany de Burg (5450-4450 cal BP), a l'estany Redón (5500-3600 cal BP) o l'estany Redó (5000-4900 cal BP). El foc com a eina de transformació del paisatge apareix també reflectit en els macrocarbons sedimentaris de l'estany de Burg. Ara bé, hi ha un indicador antròpic d'una activitat molt concreta com és l'agricultura que, si bé apareix en la resta de testimonis sedimentaris del Pirineu consultats, a Boldís haurem d'anar més ençà del neolític (més a prop del moment present) per trobar-la registrada.

Pel que fa als testimonis arqueològics Ermengol Gassiot (Gassiot *et al.* 2008) ens parla d'una intensificació de la freqüentació humana dels espais d'alta muntanya a partir de 5250 cal BP. A part de la intensitat de freqüentació hi ha una extensió i diversificació altitudinal dels assentaments localitzats. Si bé a la primera fase del neolític els jaciments s'ubicaven als fons de valls i vessants, en aquesta etapa final els abrics es troben a la capçalera de les conques pròximes als espais actualment destinats a pastures. D'altres estudis pirinencs com els realitzats a la vall del Perafita-Madriu-Claror o a la muntanya d'Enveig no fan més que corroborar aquestes tendències.

Per concloure podem dir que aquesta és un moment d'inflexió en el paisatge de la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo. Observant les dades pol·líniques de períodes



posteriors dels quals tenim dades veiem com el paisatge que representen mai no tornarà a recuperar els nivells de pol·len arbori previs aquesta època i en cap incendi posterior registrat tampoc no recuperarem els valors d'antracomassa recollits en aquesta etapa. Les cremes de les zones altes crearan extenses zones rases. Els canvis climàtics caracteritzats per la pèrdua de les benignes condicions de l'Òptim Climàtic ens fa pensar en la manca de les condicions favorables per tornar a recuperar l'espai forestal perdut durant la resta del període holocè. Aquest fet en fa plantejar una nova hipòtesi: que sigui en aquest període quan es produeix la pèrdua de l'espai forestal enregistrat per la pedoantracologia per sobre els 2400 m. La feble quantitat de carbons del sòl aïllats així com el paisatge actual de pastures en aquestes àrees de l'altiplà podria venir explicat per aquesta desforestació neolítica mancada d'un repoblament arbori posterior.

A partir de 4450 cal BP i fins a 3053 cal BP tenim una manca de material sedimentari que no en permet l'anàlisi de les dades palinològiques i dels carbons sedimentaris. Per altra banda, tampoc no s'han datats carbons del sòl provinents d'aquest període. D'aquesta forma, es posa de manifest la impossibilitat de realitzar l'anàlisi paleoambiental d'aquesta etapa cronològica.

#### **4.2.4. Edat del Bronze final, Edat del Ferro i Període Romà (3053-1475 cal BP)**

##### **Edat del Bronze final i Edat del Ferro (2300-2150 cal BP)**

En aquest apartat s'analitzen els resultats de les tres praxis paleobotàniques d'un període històric extens que s'inicia al Bronze final, continua amb l'edat del ferro i acaba amb el final del període romà. S'inicia a partir del Bronze final perquè és quan tornem a disposar de dades del registre sedimentari en haver-se acabat la fase exclosa de sediments.

Bona part dels carbons del sòl datats corresponen a aquesta fase, corresponents a cinc carbons de *Pinus sylvestris/uncinata* dels quinze carbons totals datats. Aquests se situen en plena Edat del Ferro en un període que va del 2547 cal BP (597 aC) al 2310 cal BP (360 aC). Per altra banda, els carbons sedimentaris ens mostren un moment de múltiples cremes poc importants quant a la quantitat de biomassa cremada però sí recurrents en el temps.

El període s'inicia amb un descens en les concentracions del pol·len arbori que afecta al conjunt els tàxons però especialment a l'abet i el roure. L'afectació d'aquests tàxons ens fa pensar en una perturbació de l'estatge subalpí. No podem saber si el foc n'és l'inductor o si és l'esdeveniment climàtic fred del 2800 cal BP (Jalut 2009) qui pot explicar i propiciar la baixada de tàxons arboris. Abans d'aquest succés tan sols tenim 200 anys d'informació paleobotànica i desconeixem quan s'inicia aquest descens de la vegetació, quins són els valors de partida del llinar i si el foc pot haver tingut un paper determinant o no en aquesta zona.

Les espècies herbàcies mostren una obertura del medi a partir de pics d'Asteraceae i d'un augment molt important de les Geraniaceae. També ens apareixen pics de plantes ruderals i nitròfiles com *Plantago*, *Rumex* o les quenopodiàcies. Ara bé, les concentracions d'aquestes espècies tan sols augmenten lleument o es mantenen. Aquests baixos nivells de plantes relacionades amb les pastures i la inexistència de pics d'incendis ens fa pensar en una acció localitzada al subalpí i destinada a una activitat diferenciada del pasturatge. Tot i això, no tenir més abast temporal previ de les dades en fa prendre amb molta precaució qualsevol hipòtesi o explicació. Sumat a aquest fet, veiem com a Burg en aquest mateix període hi ha una gran concentració d'incendis amb pics de biomassa cremada molt acusats (Pèlach et al. 2009).

Al 2300-2400 cal BP és quan es comença a invertir aquesta situació i els tàxons arboris inicien un procés de recuperació encapçalat per *Abies*, *Fagus*, *Corylus* i *Quercus* perennifoli. Dit d'una altra manera, es produeix la recuperació de l'estatge subalpí i l'estatge montà. Però al mateix temps és quan s'inicien les cremes de les qual enregistrem

carbons mitjançant la pedoantracologia entre 2.050 m i 2.200 m. Les cremes es veuen reflectides en la corba de pi i els carbons del sòl són d'aquesta mateixa espècie. La conclusió que podem extreure d'aquestes evidències és un augment de la pressió antròpica i ramadera en les zones altes dels Plaus de Boldís-Montarenyo mentre que a les àrees subalpines i montanes té lloc una recuperació de la massa forestal.

### **Període Romà (2150- 1475 cal BP)**

Durant aquest període tot sembla indicar que es continua amb uns patrons d'ús de l'espai semblants a aquells iniciats a l'edat del Ferro. L'espai subalpí resta poc alterat obtenint-se així una representació del pol·len arbori total amb valors propers al 80%. Mentrestant continua l'ús moderat del foc i les pertorbacions mesurades a la pineda. En aquesta època (1883-2065 cal BP) trobem carbons del sòl i petis pics de cremes mostrades pels carbons sedimentaris. Per tant, hem d'entendre que les zones altes lligades als prats de pastura continuen sent usades i conservades. Pertorbacions que no veiem reflectides en espècies com el bedoll o l'abet, que augmenten el seu pes. A causa d'aquest fet es produeix un distanciament momentani entre la corba de *Pinus* i la del conjunt del pol·len arbori.

En aquesta època el clima pot tenir un pes important a l'hora d'explicar tots aquests processos. El període càlid romà (Sicre *et al.* 2008), 2100 a 1500 cal BP, tot i que no exempt de fluctuacions al Pirineu (Pla i Catalan 2005), aporta unes temperatures suaus que haurien permès o facilitat el desenvolupament de les masses arbòries subalpines. Per un altre cantó, l'activitat antròpica a les zones de major altitud podria haver estat afavorida per aquest clima més benigne. Aquest clima càlid també hauria propiciat el manteniment de la torbera demostrat per l'elevat nombre de ciperàcies i *Sparganium*, així com l'existència de *Botryococcus*.

Amb tot, el període romà sembla un època de pressió antròpica moderada en la zona de Boldís. Tot i que es continuen explotant les zones altes de pastura, l'impacte

sobre la resta del territori és molt minso. Aquest fet torna a posar a debat el grau de romanització de les altes valls pallareses. Ja s'ha posat de manifest anteriorment la conservació dels topònims d'arrel no llatina que podrien palesar el baix grau de romanització d'aquest espais (Marugan i Rapalino 2005). Ara bé, la troballa de monedes romanes al poble Cassibròs (Vall de Cardós) no fa més que afegir evidències en el sentit contrari (Pèlachs 2004).

Observant els registres paleobotànics i arqueològics regionals d'aquest període, allò que es desprèn és una gran diversitat quant a la intensitat antròpica en les àrees de Muntanya. Al mateix Pallars Sobirà, a Burg, els patrons d'ús del territori de baixa intensitat són semblants als esmentats per Boldís. A València d'Àneu, tot i que la intensitat és baixa sí que hi ha una afectació provocada per l'activitat silvícola i focalitzada en el *Fagus* (Pèlachs *et al.* 2009). A la Cerdanya, Enveig (Rendu 2003) sembla experimentar una recessió en les activitats antròpiques que l'autora associa a una especialització agrària de la plana ceretana. Aquests models es contraposen a aquells descrits a Andorra o a les altes conques de la ribera Ribagorçana. A la Vall del Madriu-Perafita-Claror, la diversitat d'ús és un fet en el si d'aquestes tres valls però de forma general parlariem d'una intensificació de l'activitat humana a partir de la ramaderia, tot i que també a partir de noves activitats com la silvicultura o els forns de pega. A l'estant Redó, per bé que el pol·len no ens mostra senyals d'una gran activitat antròpica, sí que ho fan les anàlisis geoquímiques dels sediments. Aquestes ens deixen entreveure l'activitat minero-metal·lúrgica que es duia terme en aquesta zona (Camarero *et al.* 1998).

#### **4.2.5. Edat Mitjana (1475-497 cal BP, 475-1453 AD)**

L'època medieval és un període generalitzat d'intensificació d'activitats a les zones de la muntanya pirinenca. Malgrat això, els tempos en cada vall varien i els procés té unes característiques pròpies en cada zona. A Boldís, els patrons d'explotació del territori de muntanya queden ben definits per la cronologia cultural: alta i baixa edat mitjana.

De les 15 datacions de carbons del sòl, quatre corresponen a aquesta època, tres de *Pinus sylvestris/uncinata* del període 1179-970 cal BP (771-980 AD) i un de *Genista balansae* del període 799-679 cal BP (1153-1271 AD). Durant el primer període ens trobarem amb pics poc importants de carbons més o menys periòdics en l'alta edat mitjana. En el següent període, segles XIII-XV, els pics seran constants i amb una concentració elevada de carbons.

L'antiguitat tardana o el camí cap a l'època medieval s'inicia amb un descens del pol·len arbori a mig camí dels segles VI i VII AD (1350-1270 cal BP). Aquest és un descens de tota la massa arbòria però protagonitzada per l'avet (*Abies*) i en menor proporció pel faig (*Fagus*). És una pertorbació selectiva del bosc que poc té a veure amb els petits punts d'incendi recollits a Estanilles i que semblaria que prové de l'explotació silvícola o per a la generació de combustible d'activitats minero-metal·lúrgiques. A la veïna vall Ferrera és justament en el període que va del segle III al VI quan es realitza l'activitat minero-metal·lúrgica copsada a partir dels *meners* i dels forns de reducció del ferro (Gassiot *et al.* 2005) així com de les carboneres utilitzades per obtenir el combustible necessari (Pèlachs 2004, 2009).

L'activitat ramadera a les zones altes no només no deixa d'existir sinó que augmenta, fet que veiem amb les plantes indicadores nitròfiles i ruderals com quenopodiàcies o *Plantago*. Algun petit incendi es va produint i les plantes que ens mostren obertura també augmenten. I és que el gran salt i la gran intensificació de les zones de pastura d'altitud es produeix al voltant dels segles X i XI. Carbons del sòl i carbons sedimentaris no fan més que mostrar-nos l'obertura de les zones de major altitud i l'augment de les pastures. El pol·len ens permet copsar una intensificació en l'ús d'aquestes terres, com ho demostra l'augment de les herbàcies relacionades amb la pastura. Per altra banda, en aquest període ens apareixerà un element determinant, certificant alhora la freqüentació ramadera al voltant de l'estany d'Estanilles: l'aparició de fongs copròfils.

S'ha de tenir en compte que aquest és el moment històric que s'organitzen les grans transhumàncies per monestirs i senyors feudals (Marugan i Rapalino 2005), moviments entre la plana de Lleida o el litoral i la muntanya que suposaran l'arribada de milers de caps de bestiar a les zones de pastura d'estiu.

També serà en aquesta època quan ens trobarem amb els primers indicadors de cereals, indicadors d'una intensificació de la pressió antròpica en les zones de fons de vall o de vessant.

Ara bé, la gran intensificació de la pressió antròpica sobre el paisatge de Boldís és produeix a partir del segle XII. És en aquest moment quan la concentració de pol·len arbori arriba als seus mínims amb valors inferiors al 15% i l'afectació és generalitzada a tots els estatges altitudinals. La concentració de pol·len d'herbàcies creix exponencialment, les poàcies assoleixen valors del 60% en el diagrama pol·línic i les plantes nitròfiles i indicadores de pastura com el *Plantago*, l'artemísia o les quenopodiàcies veuen multiplicada per 10 la seva concentració pol·línica.

Serà també en aquest moment quan el foc prendrà un paper clau en el mode de gestió i conservació de les pastures de muntanya. Com veiem en la corba de carbons sedimentaris l'existència de cremes per sobre dels 2.200 m serà una constant d'aquest període. Com ens indica la persistència d'aquestes cremes però també el carbó de *Genista Balansae* trobat al sòl, es tracta de cremes de conservació. Mitjançant la crema controlada d'espais determinats, es conserva l'espai de pastura lliure de llenyoses, en aquest cas bàsicament bàlec, i es du a terme mitjançant les cendres una aportació extra de nutrients al sòl que en millora la productivitat i qualitat de les pastures (Métailié 1981, 2003). En aquest context d'actuació en les zones d'alta muntanya, el descens del límit superior del bosc és convertirà en un dels símbols de la pressió sobre el medi d'aquesta època.

Altrament l'agricultura també veurà augmentat els seu paper amb el màxim històric en el moment final d'aquest període amb valors de 2.400 pol/g. Altrament, la torbera quedarà totalment seca en aquest moment. Ciperàcies i *Sparganium* desapareixen mentre les Apiaceae augmenten el seu pes. Ara bé, desconeixem l'origen d'aquest procés

d'assecatment i per tant no s'ha descartat una causa antròpica. Un altre fet curiós d'aquest moment és la desaparició de fongs copròfils en un moments de tanta pressió antròpica en el paisatge.

Tot aquest procés es dona el si d'unes condicions climàtiques fredes. Tot i que no s'ha arribat a la Petita Edat del Gel, les temperatures ja mostren un empitjorament climàtic. Aquesta tendència és copsada per la reconstrucció de les temperatures realitzada per S. Pla a partir de l'anàlisi de criòfits i diatomees a l'estany Blau d'Andorra (Ejarque 2009). Així, aquest procés s'explica per la imposició del feudalisme en aquestes terres i els màxims poblacionals pirinencs assolit durant aquest període (Bonnassie 1979).

Amb tot aquest sistema depredador, el territori pateix un seguit de crisis de diferent mena que es manifestaran de forma clara a partir del segles XIV-XVI amb canvis demogràfics i de model d'explotació del territori (Bringué 1995).

#### **4.2.6. Edat Moderna i Contemporània (450 cal BP- Actualitat, 1453 AD- Actualitat)**

A partir d'aquest moment i fins a l'actualitat analitzarem en aquestes pàgines les dinàmiques vegetals a partir del dos testimonis sedimentaris. A Estanilles (EST) s'hi afegirà el testimoni de la torbera ombrotrofica de Montarenyo (MONT). Aquesta ens ofereix una resolució temporal que es mou entre els 8 i els 14 anys per centímetre de mostra i ens permet fer una anàlisi detallada de l'època moderna i contemporània. Per altra banda, la inexistència de carbons del sòl datats per aquesta època fa que no ens sigui possible poder complementar la informació sedimentària amb l'edàfica.

En un primer període de dos-cents anys de durada (segles XV-finals XVI) els tàxons arboris gaudiran d'una recuperació de les concentracions pol·líniques. No és recuperaran valors previs a l'època medieval però sí que s'aconseguirà recuperar valors propers al 50%. Les espècies subalpines com el roure, el faig o montanes com les alzines encapçalen aquesta recuperació. Durant aquesta època dos bioindicadors com el *Juglans* i l'*Olea* faran aparició en el registre sedimentari. Les herbàcies experimentaran una clara disminució



que en el cas de les poàcies tornaran a presentar concentracions tan moderades com les anteriors a la baixa edat mitjana. Tot i això, les plantes apòfites no desapareixeran sinó que només veuran minvar els seus valors. D'aquesta forma l'activitat ramadera, tot i que de forma més discreta, continua donant-se en els Plaus de Boldís-Montarenyo. Els valors de *Cerealia* també disminueixen però continuen presents en tot el període modern. Durant aquesta etapa la torbera torna a recuperar la vegetació hidròfila com les ciperàcies o el *Sparganium*.

El context fred de la Petita Edat del Gel (Sicre *et al.* 2008) sembla que no va servir perquè les masses arbòries veiessin minvada la seva capacitat de regeneració ni perquè s'abolís l'activitat ramadera a les zones arbòries. Amb una població més migrada per la pesta, les guerres o el fred, les activitats d'alta muntanya van continuar practicant-se.

Ara bé, aquesta situació canvia i es modifiquen els patrons d'explotació del territori i altre cop ens tornem a trobar amb un llinard d'augment de pressió sobre el medi. A finals del segle XVII i inicis del XVIII el pol·len arbori torna a minvar fins a arribar a concentracions tan discretes com a la baixa edat mitjana. Una davallada que afectarà al *Pinus* i altres espècies subalpines com el faig, l'avet o el roure. Al testimoni d'Estanilles les concentracions pol·líniques d'aquests tres tàxons descendirà fins a arribar a la desaparició puntual. Aquesta nova obertura quedarà palesa amb l'augment de vegetació herbàcia indicadora d'obertura del medi com Poaceae. Amb tot, les concentracions de plantes relacionades amb la pastura duren a terme tan sols un lleu creixement. Aquest fet, relacionat amb la inexistència de cremes, una clau per condicionar les zones de pastura, ens fa pensar que aquesta nova pertorbació antròpica no està relacionada amb la pastura sinó amb les activitats minero-metal·lúrgiques. Serà en els segles XVIII-XIX quan la farga catalana experimentarà el màxim apogeu a la *ribera del ferri*. La gran quantitat de combustible necessari per a aquesta activitat s'aconseguia mitjançant la transformació de la fusta en carbó al mateix bosc a partir de les carboneres. És justament aquest període quan a la veïna Vallferrera Albert Pèlach troba la major concentració de carboneres al bosc de Virós (Pèlach 2004, 2009) i s'inicien els conflictes entre els habitants de la vall i els propietaris de la farga per l'apropiació dels recursos naturals (Bringué 1995). El

carboneig se solia practicar en l'estatge subalpí i en zones solanes on la fusta s'aconseguia fàcilment. A l'obaga de Boldís, a una zona compresa entre els 1.600 i 1.800 m, ens trobem amb una zona forestada que conserva el topònim de carboneres i que testifica la realització històrica d'aquesta activitat.

A la solana de Boldís, l'activitat ramadera, de forma més o menys intensa, continuava i així ens ho indiquen les herbàcies relacionades amb aquesta activitat i l'existència de fongs copròfils que són molt importants en aquesta època. Un altre fet a remarcar són els valors de Cerealia que continuen sent importants amb nivells propers al 3%, valor que indica una gran proximitat dels conreus al dipòsit sedimentari.

D'aquesta forma ens tornem a trobar amb una època d'intensa antropització de les àrees de muntanya. Les activitats primàries com l'agricultura o la ramaderia continuen tenint un pes important i l'activitat metal·lúrgica suposa una intensa explotació del bosc subalpí.

Després de la crisi baix medieval en què es perd al voltant d'un terç de la població del Pallars (Marugan i Rapalino 2005) el segle XVII es perfila com un moment de creixement poblacional que ja hem vist reflectit en la diversitat i intensitat d'aprofitament dels recursos de muntanya. Ara bé, tot això canvia a finals del segle XIX. El model tradicional d'explotació de recursos no sembla suficient per abastir el creixement demogràfic i el sector metal·lúrgic cau davant la competència dels gran forns de la zona cantàbrica.

Els indicadors paleobotànics ens deixen entreveure aquesta crisi del sistema tradicional. D'aquesta forma veiem com en la segona meitat del segle XIX els tàxons arboris recuperen en poques dècades valors del 65%. L'última mitja dècada del segle XIX ve marcada per l'estabilització del pol·len arbori, els descens de les herbàcies indicadores d'obertura i el manteniment dels indicadors de pastura com *Plantago* o *Rumex* i els fongs copròfils recollits per la torbera. Els cereals també ens mostren valors elevats.

La primera meitat del segle XX s'enceta amb una pèrdua de pes relatiu d'espècies com l'avet, el faig i el pi que ens fan pensar en actuacions selectives sobre el substrat arbori a causa d'activitats silvícoles o de carboneig domèstic. De totes maneres, el pol·len arbori ja no baixarà del 60%. L'activitat pastoral continua i prova d'això són alguns petits pics de cremes de conservació a l'estany d'Estanilles i el manteniment i fins i tot l'augment d'alguns indicadors com les quenopodiàcies, *Rumex* o els fongs copròfils. L'activitat que queda molt minvada en aquesta època és l'agrícola. En aquest moment els cereals ens desapareixen del diagrama de Montarenyo.

L'últim mig segle ve caracteritzat per la recuperació arbòria que arriba a valors del 95% d'AP. Tot i que l'activitat ramadera al voltant dels dos estanys queda registrada per les quenopodiàcies i els fongs copròfils, el canvi de paisatge és clar. Pins i avets van recuperant espais i allà on la successió vegetal subalpina no està tan avançada el bedoll juga un paper de comunitat secundària. Els indicadors de bestiar al voltant del llac poden venir explicats per una concentració dels petits ramats locals ens els punts més pròxims al poble. Jordi Bas (1993), en el seu estudi de les pastures supraforestals de la Vallferrera i la Vall de Cardós, ens comenta com antigament l'explotació de les pastures de Boldís es feia a partir de quatre partides: Conques i Estanilles, Plaus de Boldís, Ribera de Boldís i Obaga de Montalto. Durant la temporada d'estiu el bestiar s'anava desplaçant d'una partida a l'altra amb un calendari ja establert per la tradició. Fins i tot hi havia partides especialitzades en un tipus de bestiar com ara les ovelles. Estanilles, per exemple, era aprofitat maig, juny i octubre pel bestiar major i part del juliol i setembre per les ovelles que durant la majoria de l'estiu ocuparien la zona de la ribera de Boldís. Avui els ramats que encara perduren ja no segueixen aquestes rotacions i el reduït nombre de caps de bestiar permet una concentració en les zones més properes al poble i amb recursos hídrics abundants com són els estanys d'Estanilles i de Montarenyo.

Com en els períodes històrics anteriors, el clima amb l'escalfament global del planeta es presenta com un dels elements a tenir en compte a l'hora d'explicar la represa forestal d'aquest últim mig segle. Societat i clima es tornen encreuar per dibuixar unes

dinàmiques vegetals i paisatgístiques i un altre cop tornem a preguntar-nos quin paper juga cada factor.

El descens de l'activitat ramadera i el canvi climàtic tenen unes conseqüències clares sobre l'evolució del límit durant aquest últim mig segle però per tal d'analitzar de forma detallada aquesta evolució canviem de metodologies i passem a analitzar les fonts documentals.

## **4.3. Evolució recent del límit superior del bosc**

### **4.3.1. Densificació de l'ecotò bosc subalpí-prats alpins**

Per tenir una primera aproximació a la dinàmica actual d'aquest espai i amb l'objectiu de constatar les variacions que s'hi hagin pogut produir al llarg de les darreres dècades en relació al tema central d'aquesta recerca, s'ha recorregut a l'anàlisi diacrònica de dos documents: la fotografia aèria de l'any 1956/57 i la base digital de cobertes del sòl de l'any 2003. Per poder incorporar-ho a un SIG, s'ha processat la primera per convertir-la en una ortofotoimatge, corregida i georeferenciada, i s'ha fotointerpretat mitjançant una tècnica de digitalització.

Amb aquesta tècnica cartogràfica hem aconseguit veure quins processos han tingut i estan tenint lloc durant l'últim mig segle en el conjunt del límit forestal altitudinal. Sens dubte el primer canvi que es presenta de forma evident és la transformació de prats en zones de matollar. En nombre d'hectàrees i en percentatge és el canvi més significatiu. Aquest canvi suposa un 20% de pèrdua de zones de rasos i un total de 140 ha (15% del total de l'àrea digitalitzada). El bàlec s'enfila per la solana guanyant pes en altitud. Els prats van retrocedint en aquestes zones de forma molt acusada. Tot i que no s'ha copsat en la digitalització, avui aquestes landes han estat colonitzades per individus aïllats de bedoll. Per bé que quan parlem de zones arbustives no fem referència a zones de boscos, aquestes zones de matollars ens serveixen molt bé per veure quins processos estan succeint en aquestes zones de transició a les solanes pirinenques.

L'altre element de canvi important són les àrees boscoses. Un 40% de les àrees de matollar són convertides en bosc esclarissat l'any 2003. El procés de canvi d'aquestes

àrees s'ha pogut veure que es desenvolupa a partir de dos processos o estratègies diferents. Per una banda, i com era d'esperar, zones de matolls a tocar de masses arbòries van ser colonitzades per individus que fan créixer aquesta massa. Inicialment ho fan de forma esclarissada per més tard anar densificant la zona. D'aquest procés en seria un bon exemple la colonització d'obaga a solana produïda a la capçalera de Sant Miquel o de la vall dels Boldissos. El segon procés fa referència a la densificació arbòria en zones on l'any 1956-57 trobàvem individus aïllats. Aquestes densificacions provoquen la creació d'illes d'arbres en zones allunyades de les masses arbòries molt sovint en les cotes més altes per sobre del bosc.

El procés de creació de zones arbrades també ve acompanyat d'una densificació de les masses arbòries ja existents. Així també observem una part de bosc esclarissat convertit en bosc dens. Aquest se situa bàsicament a les zones d'obaga o a les seves zones contigües.

En resum sembla que la paraula que millor defineix els processos de les formacions arbòries no seria l'ascens sinó més aviat la densificació d'aquestes zones elevades. Aquesta densificació es va produint en les zones per sota dels 2.400 m, d'aquesta manera s'està recobrint aquell espai que mitjançant la pedoantracologia hem definit com el possible límit superior del bosc més alt assolit en el període holocè. No es produeix una ascensió del límit superior de l'arbre però sí que s'intueix un futur ascens del límit superior del bosc a partir del procés de densificació.

Els processos que fan referència al bosc tenen un menor pes en valors absoluts però no en valors relatius. Per altra banda, les masses arbòries tenen arreu un desenvolupament molt més lent que el matollar, però de forma encara més clara en enfrontar-se a les condicions físiques (topografia, clima, etc.) que trobem a la part superior de l'estatge subalpí. En conseqüència, a l'escala temporal que estem treballant aquestes dades indiquen uns processos i unes tendències prou importants per a la modificació del paisatge vegetal de la zona i que cal tenir en compte a l'hora de pensar en l'esdevenidor d'aquestes àrees.

### 4.3.2. Descens de la pressió antròpica al comunal de Boldís

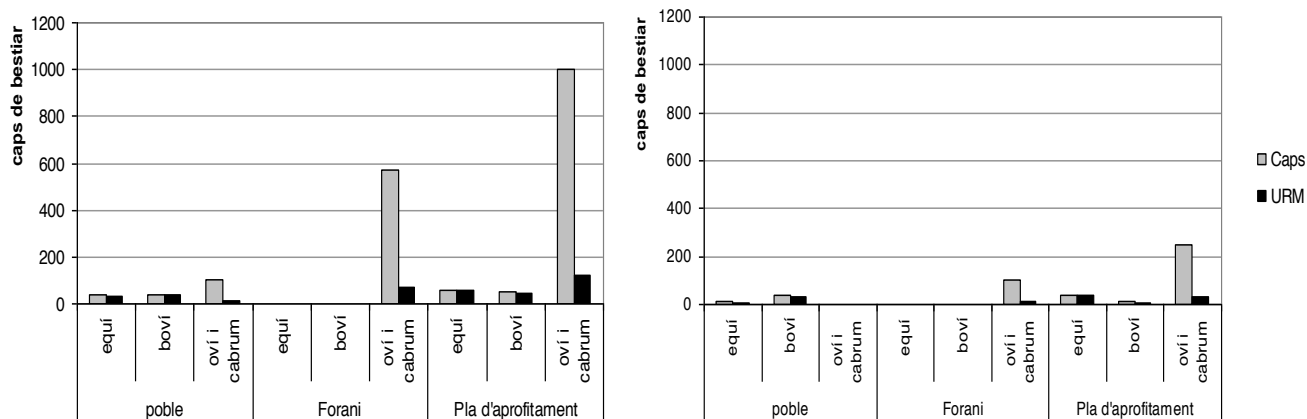
Les fonts històriques ens han deixat entreveure com ha evolucionat la ramaderia als Boldissos. En primer lloc ens trobem amb les primeres quatre dècades del segle XX, que vénen caracteritzades per un punt àlgid als anys vint explicat per l'etapa d'expansió que viu l'activitat agropecuària a Catalunya. Tant el bestiar de treball com el productor de carn i llet passaran per bons moments.

Però aquesta bonança serà trencada amb un descens marcat per un fet amb efectes tan importants com indesitjables: la guerra civil. Durant la dècada dels quaranta, si bé hauria hagut de començar un procés de recuperació, les coses no van pas anar per aquí. Es va entrar en una fase recessiva que a la resta de Catalunya va començar a solucionar-se amb la liberalització econòmica de la dècada dels seixanta. Tot i que per al conjunt de Catalunya aquest nou sistema econòmic va suposar una recuperació i un augment dels caps de bestiar, per a les àrees de muntanya va suposar la fi del sistema tradicional que les posava en valor. La situació actual no pot ser més explícita de les conseqüències d'aquesta crisi.

Per tal de tenir una imatge comparativa de la fase prèvia i posterior de la crisi d'aquest sistema s'han analitzat de forma detallada i global dos anys: 1958 i 2006.

		Poble			Forà			TOTAL	Pla d'aprofitament			
		equí	boví	oví i cabrum	equí	boví	oví i cabrum		equí	boví	oví i cabrum	TOTAL
1958*	Caps	37	39	101			568	745	60	50	1000	1110
	URM	35	37	13			71	162	56	47	125	228
2006	Caps	10	37				100	147	40	10	250	300
	URM	9	35				13	57	38	9	31	78

Taula 4.1. Caps de bestiar i URM de l'any 1958 i l'any 2006



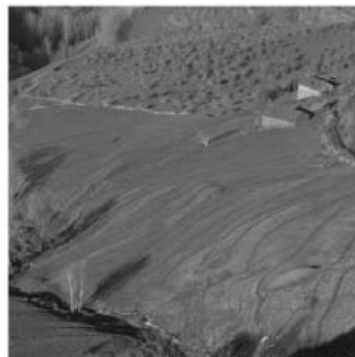
Figures 4.6 i 4.7. Ús del comunal segons els diferents tipus d'ús i document dels anys 1958 (esquerra) i 2006

Tant a nivell real, com són el bestiar del poble i el ramat entrant, com a nivell teòric (plans d'aprofitament comunal) les diferències són prou clares. La pressió ramadera que rep el comunal avui s'ha reduït a un 35% de la de 1958 i el nombre de caps de bestiar que avui hi trobem suposen un 20% del que hi havia mig segle enrere.

Davant d'aquestes dades es fa palesa la consideració dels aspectes antròpics en les dinàmiques vegetals actual al voltants del límit superior del bosc a la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo. Clima i dinàmiques antròpiques s'han d'unir per explicar el canvi global de les àrees de muntanya, aquest cop focalitzat en aquest ecotò concret. Aquest fet també ens permet valorar de forma més justa la capacitat del límit superior del bosc d'exercir de monitor del canvi climàtic actual en les nostres latituds. Com en d'altres moments del període holocènic, la dinàmica del límit superior del bosc actual es converteix en el reflex d'un cúmul de processos antròpics i ambientals els quals són difícils de delimitar i conèixer quan comença la influència d'un i s'acaba la de l'altre.

Arribats a aquest punt cal recordar que els prats són el resultat de la pastura del bestiar i que a diferència d'altres paisatges la seva conservació recau en el seu ús. Són molts els estudis que han demostrat el descens en la biodiversitat que es dona en les zones on s'abandona o disminueix dràsticament la pastura (Badia *et al.* 2008, Fillat 2008). Com s'ha vist en aquest capítol, la tendència d'ús a la zona que ens ocupa és molt clara i poc positiva. La vida d'aquests paisatges i la conservació de la seva biodiversitat passen pel manteniment del pasturatge.





## 5. Conclusions



## **Current tree line compared to the highest tree line altitude during the Holocene**

Pedoanthracology methods have shown the presence of trees to 2463 m altitude, even though the current wooded area ends at 2000 m and 2350 m is the highest altitude where scattered individual trees are found. Therefore, we can state that the tree line at its highest point was located above 2463 m, and very probably between 2463 and 2550 m, the lowest altitude where no tree charcoals were identified. This implies that the plain forming the forest area at Plaús de Boldís Montarenyo would have been occupied by arboreal vegetation, although today it is totally barren.

If we look at the number of meters involved, the difference between the current situation and the maximum extension is not very high; however, this perception changes if we analyze the tree line as the wooded area rather than as individual surviving trees. Quantitative data analysis (Talon 2010) brings us to locate the probable tree line during the Holocene at 2400-2463 m. This greatly contrasts with the current situation: the forest now ends at 2000 m in the study area. Therefore, we can conclude that the forest has vertically receded 400 m from its maximum extension.

At 2550-2593 m, it was impossible to retrieve any kind of arboreal anthracomass. The position of these two sampling points, a mount peak and a point very close by, led us to consider two possible causes for this absence of charcoals. This location experiences severe weather conditions, such as maximum solar exposure (both intensity and duration) and especially wind exposure. This could make tree survival impossible throughout the entire Holocene. Alternatively, these same conditions could have impeded the preservation of charcoals in soils exposed to such rigorous climatic conditions.

In any case, it is important to note that the tree line at Boldís at its highest point, which would be the climatic optimum, would be defined by topographic rather than climatic parameters. As has been demonstrated in other nearby Pyrenean zones (Ejarque,

2009), pine reached an altitude of 2600 m and in the Alps charcoals have been found at 2800 and 2900 meters during the Holocene Climate Optimum. Therefore, we see that climate is not the element stopping tree growth, but rather other factors of a topographic or geomorphological nature could have played a role: the mountain's own height or a possible crest effect.

Another point to highlight is the monogeneric character of this forest: all of the charcoals identified above 2200 m were *Pinus sylvestris/uncinata*.

### **History of the tree line during the Holocene. Relationships between anthropic and climatic aspects.**

Society and the environment (especially climate) have drawn for us an interrelated history marked by the Holocene vegetation dynamics of mountain spaces. Human pressure on the Pla de Boldís-Montanyo has varied over the millennia, but far from being a linear history, it has been a story of fluctuations and changes in rhythm. From the three paleoenvironmental *proxies* employed in this research – pedoanthracology, palynology and sedimentary charcoals – we can sketch out the key moments in this interaction by the effects on the ecotone of alpine meadows-sub-alpine woods:

- First Holocene fires recorded (11 000-9600 cal BP): During this period we see that fire peaks recurred above 2000 m altitude. This confirms the presence of arboreal masses (pine) at this altitude in the transition between the late glacial period and the beginning of the Holocene, the beginnings of a long interrelationship between these masses and fires. Even though we also find archeological remains at the base of Pyrenean valleys, these fires basically seem to correspond to climate, if we focus on the simultaneity of fires in various European locations. This is the beginning of a long interrelationship between fires and these forest masses. Even though we find archaeological remains in the valley floors of the axial Pyrenees, these fires seem to basically correspond to environmental conditions, influenced by climate that was marked by high

temperatures, which explain the simultaneous fire episodes [events?] at various European locations.

- First forest clearings (7400-7000 cal BP): Throughout this period, we see the first indication of clearings made by Neolithic societies, apparently affecting the alpine and subalpine stages. In any case, this is itinerant or *Landam* clearing, which leaves no real mark on the general appearance of the plant landscape in the high Pyrenees.
- Declining tree line and climatic and anthropic changes (5,500 cal BP): At this point the lake reaches its second highest charcoal peak. Arboreal masses are clearly retreating and the highest zones are affected, as recorded in the soil charcoals. Landscape change is evident. Archeological remains provide testimony of growth in high mountain pastures. Mesoclimatic conditions during the Holocene Optimum Climate give way to the colder and more humid climate of the subboreal period. Altogether, the hypothesis arises that this is the moment the high plain of Montarenyo was denuded of vegetation. Arboreal vegetation would not be able to recover this space.
- Alpine pastures and variable uses of the subalpine space (2300-1475 cal BP): The Bronze and Iron Ages see a growth in grazing pressure in the mountain zones, even though the subalpine stage is also affected. During the Roman Era, anthropic pressure diminishes overall. Even so, activities related to pasturing continue in the high zones.
- Intensification of anthropic pressure on the landscape as a whole (1475-497 cal BP): Anthropization of the space increases exponentially at all altitudes. Arboreal masses decrease sharply. Fire is used to increase and sustain the area dedicated to alpine pastures. At this point, lords and monasteries organize the great cattle drives that brought thousands of heads of cattle to these zones.
- The forge and the continuation of traditional activities (450 - 100 cal BP): After recovering from the crisis of the Low Medieval Age, the mining-metallurgical industry will be the great impulse for the decline in alpine masses, because of the need for combustible fuel (charcoal). On the other hand, the traditional activities such as agriculture and grazing continue to be intensely practiced.

- Abandonment of the traditional system of exploiting resources (100 cal BP - present): The declining anthropic pressure on high mountain areas is the result of the increasing abandonment of traditional activities. Fire is no longer part of the management system for mountain spaces. Grazing declines in the pasture zones and arboreal vegetation recovers its previous spaces.

One remarkable aspect of the Holocene in high mountain areas is the important role fire played in the configuration of their landscapes. From the moments of transition between the Late Glacial and Holocene periods, fire affected the highest altitude zones in the Pyrenees. Natural and anthropic fires recurred during the past 10,000 years. Today, with the mountains in full climate change mode and undergoing spontaneous deforestation, fire is a risk element in mountain areas. This is also the case because we have lost the traditional management of fires that maintained for millennia the landscape mosaic that is being lost today with the advancing forest masses.

### **Evolution of the tree line during the past half century and quantification of anthropic uses during this period.**

We find ourselves today in an era of change marked by a dynamic of an ascending tree line. Even though throughout the study of paleobotanical sources we have talked about key moments in increasing exploitation of grazing resources and maximum human disturbances, today the defined image is quite different.

Bringing together graphic documentation and geographic information system (GIS) data allowed us to identify and quantify this change. Even though the phenomenon is defined more by densification than by a higher tree line, the dynamic of invading the meadows of the alpine stage is very clear. Scattered trees colonized the space to the historic tree line we identified using pedoanthracology. As with many of the change processes described using paleobotanical sources, climate change and anthropic action go hand-in-hand as explanations for causes. The decline in agro-silvo-pastoral activities that

comes with the crisis of the declining traditional system presupposes a decline in grazing pressure on the pastures. The number of animals in the study area is less than one-fifth that of 50 years ago. This decline has been accompanied by the goal of multiply uses by the different grazing species. This disuse has also brought with it the goal of applying techniques to preserve and improve the pastureland, such as burning scrub bushes, the appearance of which signals one of the first steps in plan succession. In this way, a path toward the recolonization of this space by forest is opened. The meadows, in contrast to other spaces that are often protected by society, owe their origins and continued existence to their productive use by society. The lack of these traditional activities affects biodiversity and modifies mountain landscapes that have great cultural as well as natural value.

Alternatively, these results encourage us to reflect on the role of studying the behavior of the tree line as an indicator of climate change. Despite the study's awareness of this fact, in areas as anthropically affected as the Pyrenees, the study of the tree line cannot be detached from an environmental history that explains it from the start and as part of the current dynamic.

### **Data generation and integration involving different methodologies in an interdisciplinary context.**

This research applied a set of methodologies that permit us to address a common objective from different sources, covering differentiated scales, time periods, and spaces. Their complementarity has been fundamental to achieving the proposed objectives:

Pedoanthracology permitted us to analyze, with great spatial precision, the plant dynamics at the tree line. This *proxy* helped us to precisely locate in space the dynamics grasped by other techniques such as palynology. On the other hand, it also helped us to corroborate the monogeneric (*Pinus*) character of the woods above 2000 m altitude over the past 10,000 years. This discipline, based on soil analysis, opens a wide range of

possible applications, from the highest points of the Pyrenees peaks to places where other paleobotanical methodologies are difficult to apply.

The use in this research of sources based on sedimentary records has contributed temporal resolution and a general context. This permitted a deeper analysis of the causes of the descending tree line defined by pedoanthracology as well as an assessment of the impact of fires on the landscape.

On the other hand, documentation sources permitted us to zoom in on a moment of change in plant dynamics around the location of the current tree line. We quantified the physical process of this change and emphasized the anthropic causes.

Taken together, these methodologies give us the opportunity to carry out an evolutionary analysis of 10,000 years of high mountain landscape history in the Pyrenees while at the same time achieving a precise analysis of current changes. The combination of pedoanthracology, palynology, sedimentary charcoals and documentation sources brings us closer to an explanation of bygone dynamics of these mountain areas and an understanding of the current landscape, so we can ask ourselves what the future might bring.



## **5. Conclusions**

*(català)*



## **Actual situació del límit superior del bosc i de l'arbre en relació al màxim assolit durant el període holocè**

Mitjançant la pedoantracologia s'ha pogut demostrar l'antiga presència d'arbres fins a 2.463 m., quan ara el bosc no depassa els 2.000 m i els individus esparsos més enlairats tan sols arriben als 2.350 m. D'aquesta forma podem afirmar que la màxima cota assolida pel límit superior de l'arbre s'hauria donat per sobre de 2.463 m, molt probablement entre 2.463 m i 2.550, primera cota sense carbons arboris identificats. Aquest fet implica que la plana que conforma la superfície forestal dels Plaus de Boldís Montarenyo hauria estat ocupada per vegetació arbòria quan avui és un autèntic ras.

La diferència entre el dos moments (la situació actual i la màxima extensió) no és elevada si la considerem amb metres de diferència però aquesta percepció canvia si allò que analitzem no és el límit superior de l'arbre sinó el del bosc. La interpretació de les dades quantitatives (Talon 2010) ens porta a una probable localització del límit altitudinal del bosc durant el període holocè entre els 2.400 i els 2.463 m. Aquest fet suposa un gran contrast amb la situació actual ja que, com s'acaba de dir, el bosc tan sols arriba als 2.000 m en l'àrea d'estudi. D'aquesta manera podem concloure que el bosc ha experimentat un recessió de 400 m en sentit vertical en relació al moment de màxima extensió.

Per sobre, dels 2.550 als 2.593 m, ja no ha estat possible recuperar cap tipus d'antracomassa arbòria. La posició culminant d'aquests dos punts de mostreig ens fa pensar en dues causes possibles d'aquesta absència de carbons. En tractar-se d'un cim i d'un punt molt proper a ell, aquest indret es troba sotmès a unes condicions severes com són una màxima insolació (en intensitat i en durada) i sobretot molta exposició al vent. Això pot implicar la impossibilitat de supervivència dels arbres en aquests punt durant tot el període holocènic. Altrament aquestes mateixes condicions poden haver frustrat una conservació dels carbons en aquests sòls exposats a unes condicions climàtiques tan rigoroses.

En tot cas cal remarcar que el límit altitudinal de l'arbre a Boldís en el moment de màxima expansió altitudinal com seria l'òptim climàtic, no vindria definit per paràmetres climàtics sinó topogràfics. Com s'ha demostrat en altres zones pirinenques pròximes (Ejarque 2009), el pi ha arribat a una altitud de 2.600 m i als Alps s'han trobat carbons a 2.800 i 2.900 metres pertanyents a l'Òptim Climàtic Holocènic. Per tant, entenem que el clima no ha estat l'element aturador del creixement de l'arbre sinó que hi haurien pogut jugar en contra d'altres factors de caire topogràfic o geomorfològic: la pròpia altitud de la muntanya o un possible efecte carena.

Un altre fet a destacar és el caràcter monogenèric d'aquest bosc, ja que tots els carbons identificats per sobre dels 2.200 m d'altitud han estat de *Pinus sylvestris/uncinata*.

### **Història del límit superior del bosc durant el període holocènic. Interrelació d'aspectes antròpics i climàtics.**

Societat i medi (particularment el clima) han anat dibuixant una història entreligada que ha marcat les dinàmiques vegetals holocenes dels espais de muntanya. La pressió humana sobre el l'àmbit del Pla de Boldís-Montarenyo ha anat variant amb el pas del mil·lenni però lluny de ser una història lineal ha sigut una història de fluctuacions i de canvis de ritme. A partir de les tres *proxis* paleoambientals emprades en aquesta recerca, pedoantracologia, palinologia i carbons sedimentaris, s'han anat dibuixant els moments claus d'aquesta interacció per l'afectació de l'ecotò prats alpins-bosc subalpí:

- Primers incendis holocens registrats (11.000-9600 cal BP): durant aquest període veiem que els pics d'incendis són recurrents per sobre dels 2.000 m. Aquest fet ens confirma en primer lloc la presència de masses arbòries de pi a aquesta altitud en la transició entre el període tardiglacial i primers moments del període holocè. És l'inici d'una llarga interrelació d'aquestes masses amb el foc. Tot i que

en aquests moments trobem restes arqueològiques en el fons de les valls del Pirineu axial, aquests focs semblen tenir una correspondència bàsicament ambiental, dibuixada per unes condicions climàtiques, marcades per l'elevada insolació, que expliquen la simultaneïtat d'aquests episodis d'incendis a diferents localitzacions europees.

- Primeres obertures del bosc (7400-7000 cal BP): al llarg d'aquest període s'inicien els primers indicadors d'obertura del bosc per part de les societats neolítiques. L'afectació sembla distribuir-se en l'estatge alpi i subalpi. De totes maneres es tracta d'un sistema d'artigatge o d'obertura itinerant (*Landam*) que no té grans conseqüències en la fesomia general del paisatge vegetal d'alta muntanya.
- Descens del límit superior del bosc i canvis climàtics i antròpics (5500 cal BP): en aquest moment és quan l'estany recull el segon pic més elevat de carbons. La retracció de les masses arbòries és clara i l'afectació de les zones més elevades és enregistrada pels carbons del sòl. El canvi de paisatge és evident. Les restes arqueològiques testimonien uns creixements de les pastures d'alta muntanya. Les condicions mesoclimàtiques de l'Òptim Climàtic Holocènic deixa pas a un clima més fred i humit del període subboreal. Amb tot, és durant aquest moment quan es planteja la hipòtesi de la denudació de vegetació de l'altiplà de Montanyo. La recuperació de la vegetació arbòria ja no serà possible en aquest espai.
- Manteniment de les activitats de pastura en les zones alpines i ús variable de l'espai subalpi (2300-1475 cal BP): l'edat del Bronze i del Ferro suposa un creixement de la pressió ramadera en les zones de muntanya, tot i que l'estatge subalpi també se'n veu afectat. Durant el època romana la pressió antròpica disminueix de forma general. Tot i així les activitats relacionades amb la pastura es continuen practicant en les zones altes.
- Intensificació de la pressió antròpica sobre el conjunt del paisatge (1475-497 cal BP): l'antropització de l'espai augmenta de forma exponencial sobre tots els

estatges altitudinals. Les masses arbòries minven de forma acusada. El foc serà usat per a l'augment de la superfície dedicada a pastures alpines, així com per al seu manteniment. Serà en aquest moment quan senyors i monestirs organitzaran les grans transhumàncies que portaran milers de caps de bestiar cap a aquestes zones.

- La farga i la continuïtat de les activitats tradicionals (450-100 cal BP): després de la recuperació de la crisi baix medieval la indústria minero-metal·lúrgica serà la gran inductora dels descens de les masses subalpines a causa de la necessitat de combustible (carbó). Per altra banda les activitats tradicionals com l'agricultura i la pastura continuen practicant-se amb intensitat.
- L'abandonament del sistema tradicional d'aprofitament de recursos (100 cal BP-actualitat): el descens de la pressió antròpica sobre les àrees d'alta muntanya és un fet degut a l'abandonament cada cop més important de les activitats tradicionals. El foc ja no forma part dels sistemes de gestió dels espais de muntanya. La ramaderia minva a les zones de pastura i la vegetació arbòria recupera els seus espais.

Una aspecte remarcable de l'història holocena dels territoris d'alta muntanya pirinenca és l'important paper que ha tingut el foc en la configuració dels seus paisatges. Des dels moments de transició entre el període tardiglacial i el període holocè el foc ha afectat les zones de major altitud del Pirineu. Focs naturals i antròpics han sigut recurrents durant aquest últims 10.000 anys. Avui en una muntanya en ple canvi climàtic i amb un procés d'aforestació espontània, el foc és un element de risc a les àrees de muntanya. I ho és, també, perquè s'ha perdut una gestió tradicional del foc que ha mantingut durant mil·lennis el mosaic paisatgístic que avui es perd en l'avenç de les masses forestals.

## **Evolució del límit superior del bosc durant l'últim mig segle i quantificació de l'ús antròpic durant aquest període**

Avui ens trobem en una etapa de canvi marcada per una dinàmica d'ascens de cota del nivell superior del bosc. Si bé al llarg de l'estudi amb fonts paleobotàniques hem parlat de moments claus en l'augment de l'aprofitament dels recursos ramaders i de màximes perturbacions humanes, avui la imatge definida és prou diferent.

La conjunció de la fonts documentals gràfiques i dels sistemes d'informació geogràfica ha permès mostrar i quantificar aquest canvi. Tot i que el fenomen es defineix més per la densificació que no pas l'ascensió del límit superior del bosc, la dinàmica d'invasió dels prats de l'estatge alpí és clara. El arbres esparsos van colonitzar l'espai fins al límit superior del bosc històric definit mitjançant la pedoantracologia.

Altres cops, com molts dels processos de canvi descrits mitjançant les fonts paleobotàniques, el canvi climàtic i l'acció antròpica van de bracet per explicar-ne les causes. La davallada de les activitats agro-silvo-ramaderes que comporta la crisi del sistema tradicional suposa un descens de la pressió ramadera sobre les pastures. La quantitat de bestiar ha quedat reduïda a una cinquena part del que pujava a l'àrea d'estudi mig segle enrere. Aquest descens ha anat acompanyat de la fi de l'aprofitament multiespecífic per part dels diferents tipus de bestiar de les explotacions ramaderes. Aquest desús també ha comportat la fi de l'aplicació de tècniques de conservació i millora de la zones de pastura com és la crema dels arbustos, l'aparició dels quals suposa un dels primers passos de la successió vegetal. D'aquesta manera s'obre el camí cap a una recolonització d'aquest espai per part del bosc. Així, els prats, a diferència d'altres espais que molts cops són protegits per la societat, deuen la seva existència i manteniment al seu ús productiu per part de la societat. La inexistència d'aquestes activitats afecta la biodiversitat i modifica uns paisatges de muntanya de gran valor natural però també cultural.

Altrament, aquest resultat ens porten a reflexionar sobre el paper de l'estudi del comportament del límit superior forestal com indicador de canvi climàtic. Tot i la seva sensibilitat a aquest fet, en àrees tan antropitzades com els Pirineus, l'estudi del límit superior del bosc no es pot deslligar d'una història ambiental que n'explica el punt de partida i part de la dinàmica actual.

### **Generació i integració de dades provinents de diferents metodologies en un context interdisciplinari.**

En aquesta recerca s'ha aplicat un conjunt de metodologies que ens permetessin abordar un objectiu comú des de diferents fonts cobrint escales i resolucions temporals i espacials diferenciades. La seva complementaritat ha estat fonamental per assolir els objectius proposats:

La pedoantracologia en ha permès analitzar amb gran precisió espacial quines han sigut les dinàmiques vegetals al voltant del límit superior del bosc. Mitjançant aquesta *proxi* s'ha pogut dur a terme una localització precisa sobre l'espai d'aquelles dinàmiques copsades amb d'altres tècniques com la palinologia. Per altra banda, també ens ha permès corroborar el caràcter monogenèric (*Pinus*) del bosc per sobre dels 2.000 m durant els últims 10.000 anys. En basar-se en l'anàlisi del sòl aquesta disciplina obre un ventall ampli de punts d'aplicació que poden passar dels punts culminants dels pics pirinencs a d'altres llocs on sovint es fa difícil d'aplicar d'altres metodologies paleobotàniques.

L'aplicació en aquesta recerca de fonts basades en testimonis sedimentaris ha aportat resolució temporal i context general. Aquest fet ens ha permès indagar en les causes dels descens del límit superior del bosc enregistrats per la pedoantracologia així com en la l'avaluació de l'impacte d'aquest incendis sobre el paisatge.

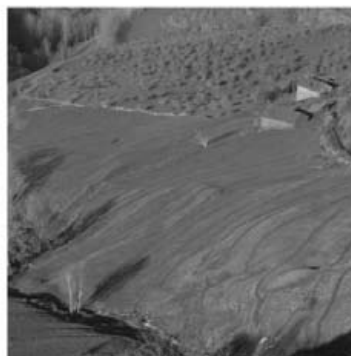
Per altra banda les fonts documentals ens han permès posar el *zoom* en un moment de canvi en les dinàmiques vegetals al voltant del límit superior del bosc com és l'actual.



Les fons documentals gràfiques ens han permès descriure i quantificar el procés de densificació de les masses forestal en el seu límit altitudinal i les fonts històriques escrites indagar en les causes antròpiques d'aquest descens.

Amb tot , la suma de metodologies ha donat l'oportunitat de dur a terme una anàlisi evolutiva de 10.000 anys d'història dels paisatge d'alta muntanya i alhora una anàlisi precisa del moment de canvi actual. Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals ens han acostat a l'explicació de les dinàmiques pretèrites de les àrees de muntanya per entendre'n el paisatge actual i plantejar quin pot ser el seu esdevenidor.





## 6. Bibliografia



- ALDEZABAL, A., GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D. i FILLAT F. (2002). "El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos". *Ecosistemas* 2002, 3. URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/investigacion6.htm>; 2006.
- ALDOMÀ, I.; MENDIZÁBAL, E.; PELACHS, A. i SORIANO, J. (2004). "La transformació del territori i del paisatge de l'Alt Pirineu". A: VICEDO, E. [ed.] *Medi, territori i història. Les transformacions territorials en el món rural català occidental*. Lleida: Pagès editors, p. 139-164.
- ALI, A.A.; CARCAILLET, C.; TALON, B.; ROIRON, P. i TERRAL, J. F. (2005). "Pinus cembra L.(arolla pine), a common tree in the inner French Alps since the early Holocene and above the present tree line: a synthesis based on charcoal data from soils and travertines". *Journal of Biogeography*, 32, p. 1659-1669.
- ARRIBAS, O. (2004). *Fauna y paisaje de los Pirineos en la Era Glaciar*. Barcelona: Lynx Edicions, Fundació Territori i paisatge, Caixa Catalunya.
- ASSELIN, H. i PAYETTE, S. (2005). "Late Holocene deforestation of a tree line site: estimation of pre-fire vegetation composition and black spruce cover using soil charcoal". *Ecography*, 28, núm. 6, p. 801-805.
- BADÍA, D.; AGUIRRE, J.; GÓMEZ, D.; SANCHEZ, J.R; MARTÍ, C.; FILLAT, F. (2008). "Variation of soil chemistry and plant composition through a livestock resting area in the spanish Pyrenees". *Agrochimica* 52, 2, p.1-11.
- BAKKER, J. i OLIVERA, M. (2008). "Holocene environmental change at the upper forest line in northern Ecuador". *The Holocene*, 18, núm. 6, p. 877.
- BAL, M. C. (2006). *Constructions et dynamiques des espaces et des terrasses agropastorales en zone intermédiaire des Pyrénées du Néolithique à nos jours (Cerdagne, Pays Basque et Pays de Sault). Approche archéoenvironnementale par la pédoanthracologie*. Tesi doctoral. Toulouse: Université Toulouse II-Le Mirail.

- BAL, M.C.; BORIS, V.; DIDIER, G. i CHRISTINE, R. (2006). "Fire and human activities on the Pyrenees mountain (Western Pyrenees and Eastern Pyrenees), inferred from pedoanthracological, palynological, micro-charcoal and archaeological data: An interdisciplinarity approach". *Forest Ecology and Management*, 234, núm. Supplement 1, p. S14-S15.
- BAL, M.; HARFOUCHE, R.; POUPET, P.; CAMPMAJO, P. i RENDU, C. (2008). *Archaeo-environmental studies of cultivation terraces in the Enveig Mountain (Cerdagne) in Eastern Pyrenees (France). Use of pedo-anthracology*. British Archaeological Reports Ltd.
- BAL, M.; RENDU, C.; RUAS, M. i CAMPMAJO, P. (2010). "Paleosol charcoal: reconstructing vegetation history in relation to agro-pastoral activities since the Neolithic. A case study in the Eastern French Pyrenees". *Journal of Archaeological Science* (en premsa).
- BARRACHINA, M. (2007). *La transformació del paisatge ramader: el cas de la Vall Fosca (Pallars Jussà 1967/57-2004)*. Memòria de recerca. Barcelona: Departament de Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BARRACHINA, M.; COLL, F.; CUNILL ARTIGAS, R.; MOLINA I GALLART, D. i SORIANO LÓPEZ, J. M. (2008). "Dels raiers al ràfting i dels pastors als *senderistes*: anàlisi de la percepció visual i les cobertes del sòl al Parc Natural de l'Alt Pirineu". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, núm. 65, p. 15-26.
- BARRIENDOS, M. (1994). *El clima històric de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)*. Tesi doctoral. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona.
- BARRIENDOS, M. (1997). "Climatic variations in the Iberian Peninsula during the late Maunder Minimum (AD 1675-1715): an analysis of data from rogation ceremonies". *The Holocene*, 7, núm. 1, p. 105-111.
- BARRIENDOS, M. i MARTIN-VIDE, J. (1998). "Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the Spanish Mediterranean coastal area (14th–19th centuries)". *Climatic Change* 38, p. 473–491.

- BAS CASAS, J. (1993). *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i a la Vall de Cardós (Pallars Sobirà). Valoració de la capacitat ramadera de les pastures de Lladorre*. Projecte final de carrera. Lleida: ETSEA Universitat de Lleida.
- BATLLORI, E. (2008). *Avaluació regional de la dinàmica recent de l'ecotò bosc subalpí-prats alpins als Pirineus*. Tesi doctoral. Barcelona: Departament d'Ecologia, Facultat Biologia, Universitat de Barcelona.
- BATLLORI, E. i GUTIÉRREZ, E. (2008). "Regional tree line dynamics in response to global change in the Pyrenees". *Journal of Applied Ecology*, 96, núm. 6, p. 1275-1288.
- BÉGIN, Y. i MARGUERIE, D. (2002). "Characterization of tree macroremains production in a recently burned conifer forest in northern Québec, Canada". *Plant Ecology*, 159, núm. 2, p. 143-152.
- BENNINGHOFF, W. S. (1962). "Calculation of pollen and spore density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities". *Pollen et Spores*, 4, núm. 2, p. 332-333.
- BERGER, A. i LOUTRE, M. F. (1991). "Insolation values for the climate of the last 10 million years". *Quaternary Science Reviews*, 10, núm. 4, p. 297-317.
- BIRKS, H. J. B. i BIRKS, H. H. (1980). *Quaternary palaeoecology*. London: Hodder Arnold.
- BLYTT, A. (1876). *Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating dry and rainy periods*. Oslo: Cammermeyer, Christiania.
- BOADA, M. i SAURÍ, D. (2002). *El canvi global*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient.
- BOLÒS, O. (2001). *La vegetació dels Països Catalans*. Terrassa: Aster.
- BONNASSIE, P. (1979). *Catalunya mil anys enrera. Creixement econòmic i adveniment del feudalisme a Catalunya de mitjan segle X al final del segle XI*. Barcelona: Edicions 62.
- BORDONAU, J. (1992). *Els complexos glacio-lacustres relacionats amb el darrer cicle glacial als Pirineus*. Logroño: Geoforma.
- BOWMAN, D.M.J.S.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W.J.; CARLSON, J.M.; COCHRANE, M.A.; D'ANTONIO, C.M.; DEFRIES, R.S.; DOYLE, J.C.; HARRISON, S.P.; JOHNSTON, F.H.; KEELEY, J.E.; KRAWCHUK, M.A.; KULL, C.A.; MARSTON, J.B.; MORITZ, M.A.; PRENTICE,

- I.C.; ROOS, C.I.; SCOTT, A.C.; SWETNAM, T.W.; VAN DER WERF, G.R. i PYNE, S.J. (2009). "Fire in the Earth System". *Science*, 324, núm. 5926, p. 481-484.
- BRINGUÉ, J. M. (1995). *Comunitats i béns comunals al Pallars Sobirà, segles XV-XVII*. Tesis doctoral. Barcelona: Institut Universitari d'Història Jaume Vicens Vives, Universitat Pompeu Fabra.
- BRU, J. (1985). *Estudi geomorfològic: el modelatge glacial d'un sector del Pirineu Central (Valls Ferrera i de Cardós)*. Tesis doctoral. Barcelona: Facultat de Geografia i Història. Universitat de Barcelona.
- BRYSON, R.A.; IRVING, W.N. i LARSEN, J.A. (1965). "Radiocarbon and Soil Evidence of Former Forest in the Southern Canadian Tundra". *Science*, 147, p. 46-48.
- BURJACHS, F. (1990). *Palinologia dels dòlmens de l'Alt Emporda i dels dipòsits quaternaris de la Cova de l'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al NE de la Península Ibèrica*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- CAMARERO, J.J.; GUTIÉRREZ, E. i FORTIN, M.J. (2006). "Spatial patterns of plant richness across treeline ecotones in the Pyrenees reveal different locations for richness and tree cover boundaries". *Global Ecology and Biogeography*, 15, núm. 2, p. 182-191.
- CAMARERO, L.; MASQUE, P.; DEVOS, W.; ANI-RAGOLTA, I.; CATALAN, J.; MOOR, H.C.; PLA, S. i SANCHEZ-CABEZA, J.A. (1998). "Historical variations in lead fluxes in the Pyrenees (Northeast Spain) from a dated lake sediment core". *Water, Air, & Soil Pollution*, 105, núm. 1, p. 439-449.
- CARCAILLET, C.; ALI, A.A.; BLARQUEZ, O.; GENRIES, A.; MOURIER, B. i BREMOND, L. (2009). "Spatial variability of fire history in subalpine forests: from natural to cultural regimes". *Ecoscience*, 16, núm. 1, p. 1-12.
- CARCAILLET, C.; BOUVIER, M.; FRECHETTE, B.; LAROUCHE, A.C. i RICHARD, P.J.H. (2001a). "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history". *The Holocene*, 11, núm. 4, p. 467.
- CARCAILLET, C.; BOUVIER, M.; FRECHETTE, B.; LAROUCHE, A.C. i RICHARD, P.J.H. (2001b). "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history". *The Holocene*, 11, núm. 4, p. 467.



- CARCAILLET, C. i MULLER, S.M. (2005). "Holocene tree-limit and distribution of *Abies alba* in the inner French Alps: anthropogenic or climatic changes?". *Boreas*, 34, núm 4, p. 468-476.
- CARCAILLET, C. i TALON, B. (1996). "Aspects taphonomiques de la stratigraphie et de la datation de charbons de bois dans les sols: exemple de quelques sols des Alpes". *Géographie physique et Quaternaire*, 50, p. 233-244.
- CARCAILLET, C. i TALON, B. (2001). "Soil carbon sequestration by Holocene fires inferred from soil charcoal in the dry French Alps". *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, p. 282-288.
- CARCAILLET, C. (2001). "Are Holocene wood-charcoal fragments stratified in alpine and subalpine soils? Evidence from the Alps based on AMS [sup 14] C dates". *Holocene*, 11, núm. 2, p. 231-242.
- CARCAILLET, C.; BERGMAN, I.; DELORME, S.; HORNBERG, G. i ZACKRISSON, O. (2007). "Long-Term Fire Frequency not Linked to Prehistoric Occupations in Northern Swedish Boreal Forest". *Ecology*, 88, núm. 2, p. 465-477.
- CARCAILLET, C. i THINON, M. (1996). "Pedoanthracological contribution to the study of the evolution of the upper treeline in the Maurienne valley (North French Alps): methodology and preliminary data". *Review of palaeobotany and palynology*, 91, núm. 1-4, p. 399-416.
- CARNELLI, A.L.; THEURILLAT, J.P.; THINON, M.; VADI, G. i TALON, B. (2004). "Past uppermost tree limit in the Central European Alps (Switzerland) based on soil and soil charcoal". *The Holocene*, 14, núm. 3, p. 393.
- CARRERAS, J. i VIGO, J. (2005). Informe sobre les correspondències entre els hàbitats de Catalunya i els hàbitats d'interès comunitari. Barcelona: Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- CARRIÓN MARCO, Y. (2005). *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*. Servicio de Investigaciones Prehistóricas, Diputación Provincial de Valencia.
- CARRIÓN, J.S., (2002). "Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe". *Quaternary Science Reviews*, 21, núm. 18-19, p. 2047-2066.

- CATALAN, J.; PÉREZ-OBÍOL, R. i PLA, S. (2000). "Canvis climàtics a Aigüestortes durant els darrers 15.000 anys". *V Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.*, p. 45-51.
- CATALAN, J.; PLA, S.; GARCIA, J. i CAMARERO, L. (2009). "Climate and CO<sub>2</sub> saturation in an alpine lake throughout the Holocene". *Limnology and Oceanography*, 54, núm. 6 part 2, p. 2542-2552.
- CATALAN, J.; PLA, S.; RIERADEVALL, M.; FELIP, M.; VENTURA, M.; BUCHACA, T.; CAMARERO, L.; BRANCELJ, A.; APPLEBY, P. i LAMI, A. (2002). "Lake Redo ecosystem response to an increasing warming the Pyrenees during the twentieth century". *Journal of Paleolimnology*, 28, núm. 1, p. 129-145.
- CLARK, J.S. (1988). "Particle motion and the theory of charcoal analysis: Source area, transport, deposition, and sampling". *Quaternary Research*, 30, núm. 1, p. 67-80.
- CORVOL, A. i RICHRFORT, I. (1995). *Nature, environnement et paysage: L'héritage du XVIIIe siècle: guide de recherche archivistique et bibliographique*. Paris: L'Harmattan.
- COSTA, M.; MORLA, C. i SAINZ, H. (1998). *Los bosques de la Península Ibérica. Una interpretación geobotànica*. Barcelona: Geoplaneta.
- CROSBY, A.W.,(1988). *Imperialismo ecològic. La expansión biológica de Europa, 900-1900*. Barcelona: Crítica.
- CUNILL, R.(2007). *Estudi de l'evolució del límit superior del bosc mitjançant la pedoantracologia a la zona de Plaus de Boldís-Montarenyo (Pallars Sobirà)*. Memòria de recerca. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- CUNILL, R.; PELACHS, A. i SORIANO, J. (2008). "The consequences on landscape of new land uses in the upper forest line". A: PRADOS, M.J. (ed.) *Naturbanization New identities and processes for rural-natural area*. London: Taylor & Francis, p. 239-252.
- DAVASSE, B.(2000). *Fôrets charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'est, du Moyen âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement*. Toulouse: GEODE, Laboratoire d'écologie terrestre.
- DI PASQUALE, G.; IMPAGLIAZZO, S.; LUBRITTO, C.; MARZIANO, M.; PASSARIELLO, I. i ERMOLLI, E. R. (2009). "Soil charcoal analysis as a climato-stratigraphical tool: The key

case of Cordillera Real, northern Andes". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B*, 268, núm 7-8, p 1088-1090.

DI PASQUALE, G.; MARZIANO, M.; IMPAGLIAZZO, S.; LUBRITTO, C.; DE NATALE, A. i BADER, M.Y. (2008). "The Holocene treeline in the northern Andes (Ecuador): first evidence from soil charcoal". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259, núm. 1, p. 17-34.

DUTOIT, T.; THINON, M.; TALON, B.; BUISSON, E. i ALARD, D. (2009). "Sampling soil wood charcoals at a high spatial resolution: a new methodology to investigate the origin of grassland plant communities". *Journal of Vegetation Science*, 20, núm. 2, p. 349-358.

EJARQUE, A. (2009). *Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el Holoceno: estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra)*. Tesis doctoral. Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica i Universitat Rovira i Virgili.

EJARQUE, A.; JULIA, R.; RIERA, S.; PALET, J. M.; ORENGO, H.A.; MIRAS, Y. i GASCON, C. (2009). "Tracing the history of highland human management in the eastern Pre-Pyrenees: an interdisciplinary palaeoenvironmental study at the Pradell fen, Spain". *The Holocene*, 19, núm. 8, p. 1241-1255.

EJARQUE, A.; MIRAS, Y.; RIERA, S.; PALET, J. M. i ORENGO, H.A. (2010). "Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: A palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees". *Journal of Archaeological Science*, 37, 1468-1479.

ESTEBAN, A. (coord.). (2003). *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 aC-1955 dC)*. Madrid: Ministerio del Medio Ambiente.

EUBA, I. (2008). *Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el Valle de La Vansa-Sierra del Cadí (Alt Urgell) y en el Valle del Madriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a la época moderna*. Tesis doctoral. Tarragona: Departament d'Història i Geografia, Universitat Rovira i Virgili.

EUBA, I. (2009). *Explotación de los recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de la Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra): análisis antracológico de estructuras altimontanas*. Tarragona: Institut Català d'arqueologia Clàssica.

- FAVILLI, F.; CHERUBINI, P.; COLLENBERG, M.; EGLI, M.; SARTORI, G.; SCHOCH, W. i HAEBERLI, W. (2009). "Charcoal fragments of Alpine soils as an indicator of landscape evolution during the Holocene in Val di Sole (Trentino, Italy)". *The Holocene*, 20, núm. 1, p. 67-79.
- FILLAT, F.; GARCÍA-RUIZ, J.; MONTSERRAT, P. i VILAR, L. (1984). "Els pasturatges. Funcionalisme i aprofitament dels ecosistemes pastorals". *Quaderns d'ecologia aplicada*, 7.
- FILLAT, F. (2008). "Situación, distribución e importancia de los ecosistemas pastorales en los biomas terrestres". A: Fillat, F. ; García-González R.; Gómez, D. i Reiné, R(eds.) *Los Pastos del Pirineo*. CSIC. Madrid. p. 37-59
- FINSINGER, W.; TINNER, W.; VAN DER KNAAP, W. O. i AMMANN, B. (2006). "The expansion of hazel (*Corylus avellana* L.) in the southern Alps: a key for understanding its early Holocene history in Europe?". *Quaternary Science Reviews*, 25, núm. 5-6, p. 612-631.
- FOLLIERI, M.; MAGRI, D. i SADORI, L. (1989). "Pollen stratigraphical synthesis from Valle di Castiglione (Roma)". *Quaternary International*, 3-4,p. 81-84.
- GALOP, D. (1998). *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Toulouse: GEODE: Laboratoire d'écologie terrestre: FRAMESPA.
- GALOP, D.; CAROZZA ,L.; MAREMBERT, F. i BAL, M C.(2004). "Activités agropastorales et climat durant l'Âge du Bronze dans les Pyrénées: l'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques. A: Richard, H.; Magny, M. i Mordant, C. (eds.) *Environnements et cultures à l'âge du bronze occidentale. actes du colloque CTHS de Besançon (avril 2004)*. Besançon éditions du CTHS, p. 107-119.
- GAMACHE, I. i PAYETTE, S. (2005). "Latitudinal response of subarctic tree lines to recent climate change in eastern Canada". *Journal of Biogeography*, 32, p. 849-862.
- GARCÍA RUIZ, J.M.; MARTÍ BONO, C.; VALERO GARCÉS, B.; GONZÁLEZ SAMPÉRIZ, P., (2001). "La evolución de los glaciares del Pleistoceno Superior en el Pirineo Central español. El ejemplo de los glaciares de Escarra y Lana Mayor, Alto Valle del Gállego". *Cuaternario y Geomorfología*, 15, p. 103–119.

- GASSIOT, E. i ZAMORA, J.J. (2006). "El poblament prefeudal de l'alta muntanya dels Pirineus occidentals catalans (Pallars Sobirà i Alta Ribagorça)". *Tribuna d'arqueologia*, 2004, p. 89-122.
- GASSIOT, E.; JIMÉNEZ, J. I PICÓN, A. (2005). "Producción metalúrgica en espacios de montaña: La explotación del hierro en el Pallars Sobirà durante la antigüedad." A: López, F., Mazadiego, L. F., Jordá, L. (Eds.) *Minería y metalúrgia históricas en el Sudoeste europeo*. Sedpgym – Seha, Ciempozuelos. p. 319-326
- GASSIOT, E.; GARCÍA, V. I CELMA, M., (2008). "Tres anys de recerca arqueològica al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici". A: Aniz, M. (Ed.) *VII Jornades sobre recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, Generalitat de Catalunya, Lleida. p. 365-387
- GOEPP, S.(2007). *Origine, histoire et dynamique des Hautes-Chaumes du massif vosgien. Déterminismes environnementaux et actions de l'Homme*. Strasbourg: Université Louis Pasteur Strasbourg I.
- GOEPP, S.; SCHWARTZ, D.; THINON, M. i JEUNESSE, C.(2004). "Pédoanthracologie, dynamiques de végétation et anthropisation dans les Hautes-Vosges (Massif du Rossberg, Haut-Rhin, France)". A: DUPOUEY, J-L.; DAMBRINE, E.; DARDIGNAC, C. i GEORGES-LEROY, M. (eds.) *La mémoire des forêts, Actes du colloque « Forêt, archéologie et environnement » (14 - 16 décembre 2004)*. Nancy: Office national des forêts, Institut national de la recherche agronomique, Direction régionale des affaires culturelles de Lorraine, p. 35-44.
- GOEURY, C. i BEAULIEU, J. L. (1979). "À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux". *Pollen et Spores*, 21, núm. 1-2, p. 239-251.
- GONZALEZ-SAMPERIZ, P.; VALERO-GARCE´ S, B.L.; MORENO, A.; JALUT, G.; GARCIA-RUIZ, J.M., MARTI-BONO, C.; DELGADO-HUERTAS, A.; NAVAS, A.; OTTO, T. i DEDOUBAT, J.J.(2006)." Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence". *Quaternary Research*, 66, núm.1. p. 38-52
- GRIMM, E.C. (1987). "CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares". *Computers & Geosciences*, 13, núm. 1, p. 13-35.

- GUERRERO-CAMPO, J.; CAMARERO, J. J. i GUTIÉRREZ, E. (1998). "Crecimiento estacional y caída de acículas en" *Pinus sylvestris*" y" *P. uncinata*"". *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 7, núm. 1-2, p. 155-172.
- GUILAINE, J. i MARTZLUFF, M. (1995). *Les excavacions a la balma de la Margineda (1979-1991)*. Ministeri d'Afers Socials i Cultura. Govern d'Andorra.
- GUILAINE, J.; MARTZLUFF, M. i BARBAZA, M. (2007). *Les excavacions a la balma de la Margineda (1979-1991)*. Andorra: Ministeri d'Afers Socials i Cultura. Govern d'Andorra.
- GUIRADO, C. (2007): *Del despoblament a la revitalització demogràfica: els canvis en el comportament de la població al Pirineu català (1860-2006) : el cas de l'Urgellet i el Baridà (Alt Urgell-Cerdanya)*. Memòria de recerca. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- GUTIÉRREZ-ELORZA, M. (2001). *Geomorfología climática*. Barcelona: Omega.
- HABITATS COMMITTEE (2003). *The Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR25*. European Commission DG Environment, Nature and biodiversity.
- HAMMOND, D.S.; STEEGE, H. i VAN DER BORG, K. (2007). "Upland soil charcoal in the wet tropical forests of central Guyana". *Biotropica*, 39, núm. 2, p. 153-160.
- HANSEN-BRISTOW, K.J.; IVES, J. D. i WILSON, J.P. (1988). "Climatic Variability and Tree Response within the Forest-Alpine Tundra Ecotone". *Annals of the Association of American Geographers*, 78, núm. 3, p. 505-519.
- HELLBERG, E. i CARCAILLET, C. (2003). "Wood anatomy of West European *Betula*: quantitative descriptions and applications for routine identification in paleoecological studies". *Ecoscience*, 10, núm. 3, p. 370-379.
- HENRY, F.; TALON, B. i DUTOIT, T. (2010). "The age and history of the French Mediterranean steppe revisited by soil wood charcoal analysis". *The Holocene*, 20, núm. 1, p. 25-34.
- HIGUERA, P.E.; BRUBAKER, L.B.; ANDERSON, P.M.; BROWN, T.A.; KENNEDY, A.T. i HU, F.S. (2008). "Frequent fires in ancient shrub tundra: implications of paleorecords for Arctic environmental change". *PLoS One*, 3, núm. 3.

- HOFGAARD, A.,(1999). "The role of" natural" landscapes influenced by man in predicting responses to climate change". *Ecological Bulletins*,47, p. 160-167.
- HOLTMEIER, F.K. (2009). *Mountain Timberlines: Ecology, Patchiness and Dynamics*. Springer Verlag.
- HOLTMEIER, F. K. i BROLL, G. (2005). "Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales". *Global Ecology and Biogeography*, 14, núm. 5, p. 395-410.
- HOLTMEIER, F.K. i BROLL, G. (2007). "Treeline advance-Driving processes and adverse factors". *Landscape Online*, 1, p. 1–33.
- HOPKINS, M.S.; ASH, J.; GRAHAM, A.W.; HEAD, J. i HEWETT, R.K. (1993). "Charcoal evidence of the spatial extent of the Eucalyptus woodland expansions and rainforest contractions in North Queensland during the late Pleistocene". *Journal of Biogeography*, 20, núm. 4, p. 357-372.
- IUSS Working Group WRB.,(2006). "World reference base forsoil resources 2006". *World Soil Resources Reports*, 103.
- JACQUIOT, C.; ROBIN, A. i BEDENEAU, M. (1973). "Reconstitution d'un ancien peuplement forestier en forêt de Fontainebleau par l'étude anatomique de charbons de bois et leur datation par le 14C". *Bulletin de la Société Botanique de la France*, 120,p. 231-234.
- JALUT, G.; BONNET, L.; GAUQUELIN, T. i FONTUGNE, M. (2000). "Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, núm. 3, p. 255-290.
- JALUT, G.; DEDOUBAT, J. J.; FONTUGNE, M. i OTTO, T. (2009). "Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact". *Quaternary International*, 200, núm. 1-2, p. 4-18.
- JALUT, G.; ESTEBAN, A.; MORA, S. R.; FONTUGNE, M.; MOOK, R.; BONNET, L. i GAUQUELIN, T. (1997). "Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate". *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Series IIA Earth and Planetary Science*, 325, núm. 5, p. 327-334.

- KAISER, K.; OPGENOORTH, L.; SCHOCH, W. H. i MIEHE, G. (2009). "Charcoal and fossil wood from palaeosols, sediments and artificial structures indicating Late Holocene woodland decline in southern Tibet (China)". *Quaternary Science Reviews*, 28, núm. 15-16, p. 1539-1554.
- KÖRNER, C.,(1998). "A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation". *Oecologia*, 115, núm. 4, p. 445-459.
- KÖRNER, C.,(2007). "Climatic treelines: conventions, global patterns, causes". *Erdkunde*, 61, núm. 4, p. 316-324.
- KÖRNER, C. i PAULSEN, J. (2004). "A world-wide study of high altitude treeline temperatures". *Journal of Biogeography*, 31, núm. 5, p. 713-732.
- KULLMAN, L.,(1993). "Tree limit dynamics of *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* in relation to climate variability: evidence from central Sweden". *Journal of Vegetation Science*, 4, núm. 6, p. 765-772.
- KULLMAN, L. i KJÄLLGREN, L. (2006). "Holocene pine tree-line evolution in the Swedish Scandes: Recent tree-line rise and climate change in a long-term perspective". *Boreas*, 35,p. 159-168.
- LE ROY LADURIE, E.,(1991). *Historia del clima desde el año mil*. México: Fondo de Cultura Económica.
- LIU, H.; TANG, Z.; DAI, J.; TANG, Y. i CUI, H. (2002). "Larch timberline and its development in North China". *Mountain research and development*, 22, núm. 4, p. 359-367.
- LLOBERA, X.,(1986). "La Feixa del Moro (Juberri) i el Neolític Mig-Recent a Andorra". *Tribuna d'Arqueologia.1985-1986*, p. 14-24.
- LUQUE,J.A.(2003). *Lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años*, El. Tesi doctoral. Barcelona: Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona.
- LUQUE, J.A. i JULIÀ, R. (2002). "Lake sediment response to land-use and climate change during the last 1000 years in the oligotrophic Lake Sanabria (northwest of Iberian Peninsula)". *Sedimentary Geology*, 148, núm. 1-2, p. 343-355.



- LYNCH, A.H.; BERINGER, J.; KERSHAW, P.; MARSHALL, A.; MOONEY, S.; TAPPER, N.; TURNEY, C. i VAN DER KAARS, S. (2007). "Using the paleorecord to evaluate climate and fire interactions in Australia". *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35, p. 215-239.
- LYNCH, J.A.; CLARK, J.S. i STOCKS, B.J. (2004). "Charcoal production, dispersal, and deposition from the Fort Providence experimental fire: interpreting fire regimes from charcoal records in boreal forests". *Canadian Journal of Forest Research*, 34, núm. 8, p. 1642-1656.
- MAGNY, M.; BÉGEOT, C.; GUIOT, J. i PEYRON, O. (2003). "Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases". *Quaternary Science Reviews*, 22, núm. 15-17, p. 1589-1596.
- MAGNY, M.; DE BEAULIEU, J.; DRESCHER-SCHNEIDER, R.; VANNIÈRE, B.; WALTER-SIMONNET, A.; MIRAS, Y.; MILLET, L.; BOSSUET, G.; PEYRON, O.; BRUGIAPAGLIA, E. i LEROUX, A. (2007). "Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy)". *Quaternary Science Reviews*, 26, núm. 13-14, p. 1736-1758.
- MARTIN, A. i VAQUER, J. (1995). "El poblament dels Pirineus a l'Holocè, del Mesolític a l'Edat del Bronze". A: BERTANPETIT, J. i VIVES, E. *Muntanyes i Població. El passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària*. Andorra la Vella: Comunitat de Treball dels Pirineus. Govern d'Andorra, p. 35-73.
- MARUGAN, C. i RAPALINO, V. (2005). *Història del Pallars del origen als nostres dies*. Lleida: Pagès editors.
- MASSÉ, G.; ROWLAND, S.J.; SICRE, M.; JACOB, J.; JANSEN, E. i BELT, S.T. (2008). "Abrupt climate changes for Iceland during the last millennium: Evidence from high resolution sea ice reconstructions". *Earth and Planetary Science Letters*, 269, núm. 3-4, p. 565-569.
- MATAMALA, N. (2003). *Els canvis en l'ús del territori de muntanya durant el segle XX i llur reflex en el paisatge. Els municipis de Farrera de Pallars i Tírvia (Pallars Sobirà)*. Memòria de Recerca. Bellaterra: Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- MATAMALA, N.; MOLINA, D.; NADAL, J. PÈLACHS, A. y SORIANO, J.M. (2005): "Estudi de les dinàmiques del paisatge en zones de muntanya: una proposta

- metodològica". A:RIERA, S. (editor). Una aproximació transdisciplinària a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. Barcelona: Universitat de Barcelona. P. 87-97.
- MAZIER, F.; GALOP, D.; GAILLARD, M. J.; RENDU, C.; CUGNY, C.; LEGAZ, A.; PEYRON, O. i BUTTLER, A. (2009). "Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities: an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque)". *The Holocene*, 19, núm. 2, p. 171-188.
- MENDIZÀBAL, E. (2000). "Els canvis demogràfics". A: VILAGRASA, J. [coord], *Transformacions territorials a Catalunya (segles XIX-XX)*, Lleida: Pagès Editors, p. 15-44
- MENDIZÀBAL, E.(2009). "Aproximació a la geografia històrica i cultural dels paisatges de Catalunya". *Cercles. Revista d'Història Cultural*, 12, p. 104-128.
- MÉTAILIÉ, J.P. (1981). *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales*.Tesi doctoral. París: CNRS.
- MÉTAILIÉ, J.P. (1986). "Photographie et histoire du paysage: un exemple dans les Pyrénées luchonnaise". *Revue Géographique des Pyrénées et du sud-ouest*, 57, núm. 2, p. 179-208.
- METAILIE, J P. i FAERBER, J. (2003). "Quinze années de gestion des feux pastoraux dans les pyrénées: Du blocage à la concertation= Fifteen years of pastoral fires management: From mental block to consultation". *Sud-Ouest européen*, núm. 16, p. 37-51.
- MIRAS, Y.; EJARQUE, A.; RIERA, S.; PALET, J. M.; ORENGO, H. i EUBA, I. (2007). "Dynamique holocene de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m, Vall del Madriu, Andorre)". *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Serie Palevol*, 6, p. 291-300.
- MOLINA, D.(2000). *Conservació i degradació de sòls a les àrees de muntanya en procés d'abandonament. La fertilitat del sòl al Parc Natural del Cadí-Moixeró*. Tesi doctoral. Barcelona: Departament de Geografia ,Universitat Autònoma de Barcelona.
- MOORE, P.D.; Y,J.A. i Y,M.E. (1991a). *Pollen analysis*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

- MOORE, P.D.; WEBB, J. i Y, M. (1991b). *Pollen analysis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- NADAL, J.(2002): *Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània. Variacions en la fertilitat del sòl i en l'exportació de nutrients al massís de Sant Llorenç del Munt i la Serra de l'Obac (Serralada Prelitoral Catalana)*. Tesi doctoral. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- NADAL, J.; PÈLACHS, A.; SORIANO, J.; MOLINA, D.; CUNILL, R. i BAL, M.C. (2009). "Mètodes per a l'estudi transdisciplinari del paisatge d'àrees de muntanya". *Documents d'Ànlisi Geogràfica*, 55, p. 147-170.
- NEILSON, R.P. (1993). "Transient Ecotone Response to Climatic Change: Some Conceptual and Modelling Approaches". *Ecological Applications*, 3, núm. 3, p. 385-395.
- OHLSON, M. i TRYTERUD, E. (2000). "Interpretation of the charcoal record in forest soils: forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal". *The Holocene*, 10, núm. 4, p. 519-525.
- PALLÀS, R.; RODÉS, Á.; BRAUCHER, R.; CARCAILLET, J.; ORTUÑO, M.; BORDONAU, J.; BOURLÈS, D.; VILAPLANA, J.M.; MASANA, E. i SANTANACH, P. (2006). "Late Pleistocene and Holocene glaciation in the Pyrenees: a critical review and new evidence from 10Be exposure ages, south-central Pyrenees". *Quaternary Science Reviews*, 25, núm. 21-22, p. 2937-2963.
- PATTERSON, W.A.; EDWARDS, K J. i MAGUIRE, D. J. (1987). "Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire". *Quaternary Science Reviews*, 6, núm. 1, p. 3-23.
- PAULSEN, J.; WEBER, U. M. i KÖRNER, C. (2000). "Tree growth near treeline: Abrupt or gradual reduction with altitude?". *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 32, núm. 1, p. 14-20.
- PAYETTE, S.,(2007). "Contrasted dynamics of northern Labrador tree lines caused by climate change and migrational lag". *Ecology*, 88, núm. 3, p. 770-780.
- PÈLACHS, A.(2000). *Aproximació a l'estudi del paisatge vegetal de la Ribalera. Els últims 2.000 anys d'ecohistòria d'una forest de Ferrera de Pallars i Tírvia(Pallars Sobirà-Lleida)*. Memòria de Recerca. Bellaterra: Departament de Geografia ,Universitat Autònoma de Barcelona.

- PÈLACHS, A. (2001). "Evolución glaciaria y dinámica de la vegetación en el Pirineo central catalán: El complejo glacio-lacustre de Burg (Farrera, Pallars Sobirà, Lleida)". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 52, p. 293-309.
- PÈLACHS, A.(2004). *Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu central català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i del paisatge a la Coma de Burg ia la Vallferrera*. Tesi Doctoral. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- PÈLACHS, A.; NADAL, J.; SORIANO, J. M.; MOLINA, D. i CUNILL, R. (2009). "Changes in Pyrenean woodlands as a result of the intensity of human exploitation: 2,000 years of metallurgy in Vallferrera, northeast Iberian Peninsula". *Vegetation History and Archaeobotany*, 18, núm. 5, p. 403-416.
- PÈLACHS, A.; SORIANO, J. M.; NADAL, J.; MOLINA, D. i CUNILL, R. (2008). "Geohistoria de la relació entre la societat y el medio natural a través del estudio forestal: la Vallferrera y la Coma de Burg (Pallars Sobirà, Lleida, Pirineos)". A GARRABOU, R. i NAREDO, J. M. *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*. Monografías de Historia Rural, 6, p. 137-162
- PÈLACHS, A.; PÉREZ-OBÍOL, R.; NINYEROLA, M. i NADAL, J. (2009). "Landscape dynamics of Abies and Fagus in the southern Pyrenees during the last 2200 years as a result of anthropogenic impacts". *Review of palaeobotany and palynology*, 156, núm. 3-4, p. 337-349.
- PÉREZ OBÍOL, R. i JULIÀ, R. (1994). Climatic Change on the Iberian Peninsula Recorded in a 30,000-Yr Pollen Record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41. p. 91-98.
- PLA, S. i CATALAN, J. (2005). "Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout the Holocene". *Climate Dynamics*, 24, núm. 2, p. 263-278.
- POSCHLOD, P. i BAUMANN, A. (2010). "The historical dynamics of calcareous grasslands in the central and southern Franconian Jurassic mountains: a comparative pedoanthracological and pollen analytical study". *The Holocene*, 20, núm. 1, p. 13.
- POWER, M.J.; MARLON, J.; ORTIZ, N.; BARTLEIN, P.J.; HARRISON, S.P.; MAYLE, F.E.; BALLOUCHE, A.; BRADSHAW, R.H.W.; CARCAILLET, C.; CORDOVA, C.; MOONEY, S.; MORENO, P.I.; PRENTICE, I C.; THONICKE, K.; TINNER, W.; Whitlock C.; ZHANG, Y.; ZHAO, Y.; ALI, A.A.; ANDERSON, R.S.; BEER, R.; BEHLING, H.; BRILES, C.; BROWN, J.J.;

BRUNELLE, A.; BUSH, M.; CAMILL, P.; CHU, G.Q.; CLARK, J.; COLOMBAROLI, D.; CONNOR, S.; DANIAU, A.L.; DANIELS, M.; DODSON, J.; DOUGHTY, E.; EDWARDS, M.E.; FINSINGER, W.; FOSTER, D.; FRECHETTE, J.; GAILLARD, M.J.; GAVIN, D.G.; GOBET, E.; HABERLE, S.; HALLETT, D.J.; HIGUERA, P.; HOPE, G.; HORN, S.; INOUE, J.; KALTENRIEDER, P.; KENNEDY, L.; KONG, Z. C.; LARSEN, C.; LONG, C.J.; LYNCH, J.; LYNCH, E.A.; MCGLONE, M.; MEEKS, S.; MENSING, S.; MEYER, G.; MINCKLEY, T.; MOHR, J.; NELSON, D.M.; NEW, J.; NEWNHAM, R.; NOTI, R.; OSWALD, V.; PIERCE, J.; RICHARD, P.J.H.; ROWE, C.; SANCHEZ GOÑI, M.F.; SHUMAN, B.N.; TAKAHARA, H.; TONEY, J.; TURNEY, C.; URREGO-SANCHEZ, D.H.; UMBANHOWAR, C.; VANDERGOES, M.; VANNIERE, B.; VESCOVI, E.; WALSH, M.; WANG, X.; WILLIAMS, N. i WILMSHURST, Z., J.H. (2007). "Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data". *Climate Dynamics*, 30, núm. 7-8, p. 887-907.

PRADOS, M.J.P. (2008). *Naturbanization: New Identities and Processes for Rural-natural Areas*. London: Taylor & Francis.

QUILÈS, D.; ROHR, V.; JOLY, K.; LHUILLIER, S.; OGEREAU, P.; MARTIN, A.; BAZILE, F. i VERNET, J. (2002). "Les feux préhistoriques holocènes en montagne sub-méditerranéenne: premiers résultats sur le Causse Méjean (Lozère, France) Prehistoric Holocene Fires in sub Mediterranean low mountains: first results from the Causse Méjean (Lozère, France)". *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Serie Palevol*, 1, núm. 1, p. 59-65.

REILLE, M. (1992). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, Laboratoire de botanique historique et palynologie*. Marseille, France: URA, CNRS, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.

REILLE, M. (1998). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, Supplement 2 Laboratoire de botanique historique et palynologie*. Marseille: URA CNRS, Laboratoire de botanique historique et palynologie.

REIMER, P.J.; BAILLIE, M.G.L.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J.W.; BLACKWELL, P.G.; RAMSEY, C. B.; BUCK, C.E.; BURR, G.S. i EDWARDS, R.L. (2009). "IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years cal BP". *Radiocarbon*, 51, núm. 4, p. 1111-1150.

RENDU, C. (2003). *La montagne d'Enveig: un estive pyreneen dans la longue durée*. Perpinyà: Trabucaire.

- RHODES, A.N.(1998). "A method for the preparation and quantification of microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediment cores". *The Holocene*, 8, núm. 1, p. 113-117.
- SADORI, L.; ZANCHETTA, G. i GIARDINI, M. (2008). "Last Glacial to Holocene palaeoenvironmental evolution at Lago di Pergusa (Sicily, Southern Italy) as inferred by pollen, microcharcoal, and stable isotopes". *Quaternary International*, 181, núm. 1, p. 4-14.
- SAINZ DE LA MAZA, M. (1998). *Els sistemes d'informació geogràfica(S.I.G.) i la gestió de la fauna protegida: modelització de l'habitat potencial del gall fer (Tetrao urogallus) al Parc Natural del Cadí-Moixreó*. Memòria de recerca inèdita. Universitat Autònoma de Barcelona.
- SARMIENTO, F.O. i FROLICH, L.M. (2002). "Andean cloud forest tree lines: Naturalness, agriculture and the human dimension". *Mountain Research and Development*, 22, núm. 3, p. 278-287.
- SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S.E.M.; PESSEDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L.M. i BOULET, R. (2003). "Holocene palaeoenvironmental evolution in the Sao Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil  $\delta^{13}C$  analysis". *The Holocene*, 13, núm. 1, p. 73-81.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990a). *Mikroskopische Holzanatomie :formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material = anatomie microscopique du bois = microscopic wood anatomy*. Teufen: Kommissionsverlag Flück-Wirth.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990b). *Anatomie europäischer Hölzer :ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer = Anatomy of European woods: an atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs*. Bern; Stuttgart: Verlag Paul Haupt.
- SENANDER, R. (1890). "Om förekomsten af subfossila stubbar påsvenskainsjöars botten". *Botaniska Notiser*, p. 10-20.
- SERRA, A. (2007). *Anàlisi de les cobertes forestals i la seva dinàmica (1954-2003) al Parc Natural de l'Alt Pirineu. El mapa forestal de Jaime Jordán de Urries, una eina per a l'estudi de la dinàmica i la gestió de les masses forestals*. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona.

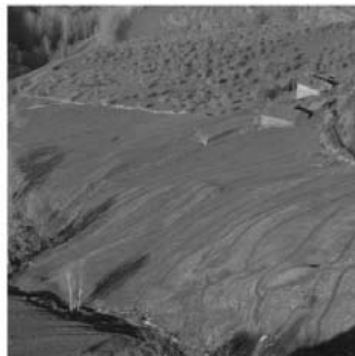
- SICRE, M.A.; JACOB, J.; EZAT, U.; ROUSSE, S.; KISSEL, C.; YIOU, P.; EIRÍKSSON, J.; KNUDSEN, K.L.; JANSEN, E. i TURON, J.L. (2008). "Decadal variability of sea surface temperatures off North Iceland over the last 2000 years". *Earth and Planetary Science Letters*, 268, núm. 1-2, p. 137-142.
- SORIANO, J. M. (1994). *Efectes del despoblament sobre el medi físic d'un territori de muntanya (Tuixén, Parc Natural del Cadí-Moixeró): Estudi de la variació de la fertilitat del sòl en camps de conreu abandonats*. Tesi Doctoral. Departament de Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona,
- SORIANO, J. M. (1994), "El procés de despoblament a les comarques de la Cerdanya i l'Alt Urgell", *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 25, pp. 141-163
- SORIANO, J. M.; AMBRÓS, S.; DOMINGO, M.; MOLINA, D. i NADAL, J. (1994). "Medi físic i poblament en un municipi de muntanya: l'abandonament de camps de conreu a Tuixén", *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, núm. 37, pp. 149-164
- SUDRIÀ, X. (2003). *La Vall de Cardós. Recull d'història, geografia i cultura*. Tremp: Garsineu edicions.
- TALON, B. (1997). *Evolution des zones supra-forestieres des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène analyse pédoanthracologique*. Marseille: Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III. Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocologie.
- TALON, B.; CARCAILLET, C. i THINON, M. (1998). "Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les alpes françaises". *Géographie physique et Quaternaire*, 52,p. 195-208.
- TALON, B. (2010). "Reconstruction of Holocene high-altitude vegetation cover in the French southern Alps: evidence from soil charcoal". *The Holocene*, 20, núm. 1, p. 35-44.
- TALON, B. PAYETTE, S.; FILION, L. i DELWAIDE, A. (2005). "Reconstruction of the long-term fire history of an old-growth deciduous forest in Southern Québec, Canada, from charred wood in mineral soils". *Quaternary Research*, 64, núm. 1, p. 36-43.
- THINON, M. (1978). "La Pedoanthracologie: une nouvelle methode d'analyse phytochronologique depuis le neolithique". *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie D: Sciences Naturelles*, 287, p. 1203–1206.

- THINON, M. (1992). *L'analyse pedoanthracologique. Aspects methodologiques et applications*. Universite Aix-Marseille III, Marseille.
- THOMAS, I. i HOPE, G. (1994). "An example of Holocene vegetation stability from Camerons Lagoon, a near treeline site on the Central Plateau, Tasmania". *Austral Ecology*, 19, núm. 2, p. 150-158.
- TINNER W.; HUBSCHMID P.; WEHRLI M.; AMMANN B. i CONEDERA M (1999). "Long-term forest-fire ecology and dynamics in southern Switzerland". *Journal of Ecology*, 87, p. 273–289.
- TINNER, W.; LOTTER, A.F.; AMMANN, B.; CONEDERA, M.; HUBSCHMID, P.;VAN LEEUWEN J.F.N. i WEHRLI M. (2003). "Climatic change and contemporaneous land-use phases north and south of the Alps300 BC to 800 AD". *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 1447–1460
- TOUFLAN, P. i TALON, B. (2008). "Étude pédoanthracologique à haute résolution spatiale de l'histoire holòcene d'une forêt subalpine (Alpes du Sud, France)". *Ecologia Mediterranea. Revue d'écologie terrestre et limnique*, 34,p. 13-23.
- TOUFLAN, P. i TALON, B. (2009). "Spatial Reliability of Soil Charcoal Analysis: The Case of Subalpine Forest Soils". *Ecoscience*, 16, núm. 1, p. 23-27.
- TOUFLAN, P.; TALON, B. i WALSH, K. (2010). "Soil charcoal analysis: a reliable tool for spatially precise studies of past forest dynamics: a case study in the French southern Alps". *The Holocene*, 20, núm. 1, p. 45-52.
- TULLA P UJOLA,A. (1982): *Procés de transformació agraria en àrees rurals de muntanya. Les exportacionsde producció lletera com a motor de canvi a les comarques de la Cerdanya, el Capcir, 1'Alt Urgell i Andorra*. Tesi doctoral. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.
- TURNER, R.; ROBERTS, N. i JONES, M. D. (2008). "Climatic pacing of Mediterranean fire histories from lake sedimentary microcharcoal". *Global and Planetary Change*, 63, núm. 4, p. 317-324.
- TURU, V. (1992). "La secció estrtigràfica de Sornàs". *Annals de 1991 de l'Institut d'Estudis Andorrans*. p. 47-76



- VANNIERE, B. (2001). *Feu, agro-pastoralisme et dynamiques environnementales en France durant l'Holocène. Analyse du signal incendie, approches sédimentologiques et études de cas en Berry, Pyrénées et Franche-Comté*.Tesi doctoral. Besançon: Institut National Agronomique Paris-Grignon, Laboratoire de Chrono-Écologie UMB 6565 CNRS- Université de Franche-Comté, Besançon.
- VANNIERE, B.; COLOMBAROLI, D.; CHAPRON, E.; LEROUX, A.; TINNER, W. i MAGNY, M. (2008). "Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy)". *Quaternary Science Reviews*,
- VERNET, J.L. (2006). "History of the *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* ssp. *salzmanni* forest in the Sub-Mediterranean mountains (Grands Causses, Saint-Guilhem-le-Désert, southern Massif Central, France) based on charcoal from limestone and dolomitic deposits". *Vegetation history and archaeobotany*, 16, núm. 1, p. 23-42.
- VERNET, J.L.; METER, A. i ZERAIA, L. (2005). "Premières datations de feux holocènes dans les Monts de Saint-Guilhem-le-Désert(Hérault, France), contribution à l'histoire de la forêt relique de *Pinus nigra* Arnold ssp *Salzmanni*(Dun.) Franco". *Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Géoscience*, 337, núm. 5, p. 533-537.
- VERNET, J. L.; WENGLER, L.; SOLARI, M. E.; CECCANTINI, G.; FOURNIER, M.; LEDRU, M. P. i SOUBIES, F. (1994). "Feux, climats et végétations au Brésil central durant l'Holocène: les données d'un profil de sol à charbons de bois (Salitre, Minas Gerais)". *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2.Sciences de la terre et des planètes*, 319, núm. 11, p. 1391-1397.
- VIOLANT I SIMORRA, R. (1949). *El Pirineo español. Vida, usos, costumbres, creencias y tradiciones de una cultura milenaria que desaparece*. Barcelona: Alta Fulla.
- WANG, T.; ZHANG, Q. B. i MA, K. (2006). "Treeline dynamics in relation to climatic variability in the central Tianshan Mountains, northwestern China". *Global Ecology and Biogeography*, 15, núm. 4, p. 406-415.
- WU, H.; GUIOT, J.; BREWER, S.; GUO, Z. i PENG, C. (2007). "Dominant factors controlling glacial and interglacial variations in the treeline elevation in tropical Africa". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, núm. 23, p. 9720.
- YLL, E.I.; PEREZ-OBOL, R.; PANTALEON-CANO, J.; ROURE, J.M.(1997). "Palynological Evidence for Climatic Change and Human Activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands)". *Quaternary research*, 48, núm. 3. p. 339-347.





## Annexs



## Annex 1. Mostreig i resultats del punt de mostreig PLETA

### a) Descripció del punt de mostreig

SDBm Plus. FAO-CSIC Base de Dades Multilingüe de Perfils de Sòls

#### DESCRIPCIÓ DEL PERFIL "PLETA"

**Codi del perfil :** Pleta **Data :** 16/06/2007  
**Coordenades :** X,Y: 359827.6, 4720658.6  
**Lon, Lat:** 1° 17' 26.6334", 42° 37' 29.5112"  
**Àrea de mostreig :** Lladorre-Plans de Boldís **Altitud :** 2093,98m  
**Localització :** Cabana de Conques **Unitat administrativa :** Lladorre, Pallars Sobirà  
**Autors :** Isabel Jiménez Bargalló/ Raquel Cunill  
Artigas/Joan Manuel Soriano  
**Classificació FAO 99 :** Leptosòl-Regosòl **Règim de temperatura del sòl :** frígid  
**Classificació SSS 98:** L **Règim d'humitat del sòl:** údic

**Usos del sòl:** pasturatge **Topografia:** muntanyosa  
**Influència humana:** cremes pastures **Forma del paisatge:** muntanya  
**Cultius:** sòl no cultivat **Element del paisatge:** replà en el vessant  
**Vegetació:** prat alpí **Posició:** part intermèdia del vessant  
**Espècies :** gramínies **Pendent:** 0-3%  
**Recobriment herbaci :** >80% **Orientació:** S

**Material parental:** dipòsits glacials meteoritzats "in situ", derivats d'esquist  
quarsítics de grisos a blau fosc, fil·lites i material del quaternari indiferenciat.  
**Drenatge :** Bo

**Profunditat efectiva:** 25-50 cm **Nivell freàtic :** no observat  
**Afloraments rocosos:** infreqüent **Condicions d'humitat :** humit  
**Pedregositat superficial:** freqüent  
**Erosió :** processos de crioturbació i gelifracció  
**Segellat/encrostant:** nul

#### Observacions :

Horitzó	Prof., cm	Descripció
O	0-5	Horitzó orgànic amb estructura fibrosa. Color marró grogós fosc (10YR 3/3) (humit) Porositat alta. Pocs (1 a 5%) elements grollers d'esquist de grava fina (0,2-0,6 cm) i forma subangular-plana fortament meteoritzats. Horitzó no calcari. Abundants arrels fines i molt fines. Límit abrupte i pla.
A	5-28	Color negrós(5YR 2.5/1) (humit); sense taques. Textura argilosa. Estructura granular dèbil molt fina-fina. Sense nòduls. Encrostantment inexistent. Porositat alta. Abundants (36-70%) elements grollers d'esquist amb mida de grava fina a blocs (0,2-60 cm) i forma subangular-tabular fortament i mitjanament meteoritzats. Sense cutans. Horitzó no calcari. Abundant quantitat de matèria orgànica en forma d'humus tipus moder alpí. Abundants arrels fines i molt fines. Límit gradual i lobulat.
C	31-	Color marró grogós fosc (10YR 4/4) (humit); sense taques. Textura areno-argilosa. Quantitat molt abundant (>70%) d'elements grollers d'esquist amb mida de grava fina a blocs (0,2-60 cm) i forma subangular-tabular mitjanament meteoritzats. No existeix estructura degut als elements grollers i hi ha molt poc sòl fisural. Pocs cutans argilosos associats a les cares dels elements grollers. Horitzó no calcari. Quantitat de matèria orgànica inapreciable. Inexistència d'arrels

## FOTOGRAFIES

Codi del perfil : PLETA

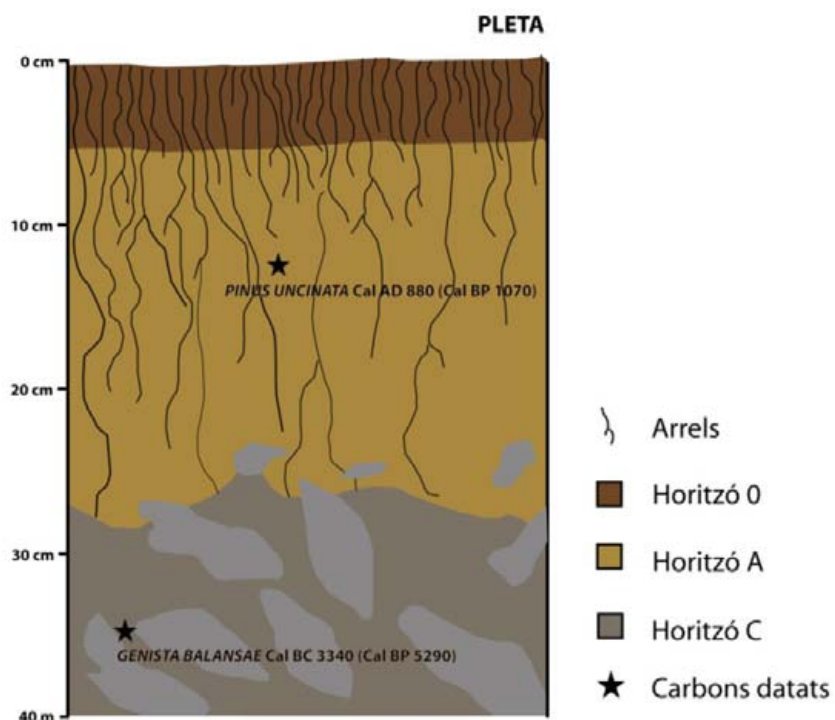
Data : 16/06/2007



Localització perfil



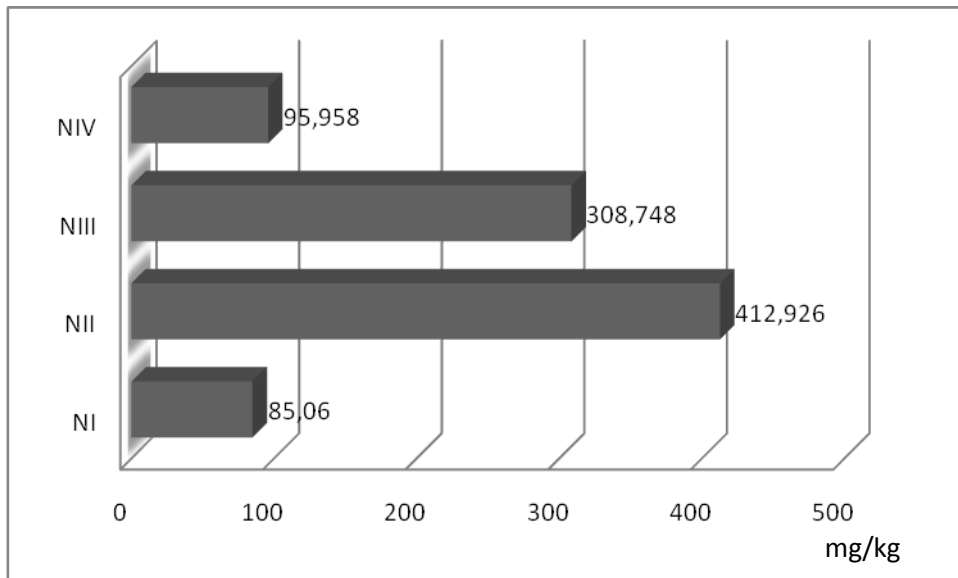
Perfil



## b) Resultats

### Antracomassa

En la gràfica següent es recull l'antracomassa específica per nivell (AEN) aïllada del punt de mostreig.



### Datacions

Es van datar dos fragments de carbó de dos nivells de mostreig diferents. Un primer de carbó de *Genista balansae*, localitzat el nivell més profund (30-40 cm), va ser datat del  $5193 \pm 99$  cal BP. El carbó més superficial (10-20 cm) corresponia a *Pinus sylvestris/uncinata* i pertany al  $1108 \pm 56$  cal BP.

Mostres (codi laboratori)	Tàxon	Punt de mostreig	Profunditat (cm)	Datació convencional $^{14}\text{C}$ BP	Intercepció corba de calibració cal BP	Calibrated Age Calib 6.0.1 (2 $\sigma$ ) (Intcal09.14c)
CYTISPN41SFL	<i>Genista balansae</i>	Pleta	30-40	4540 +/- 40 BP	5290 (3340 BC)	5193 $\pm$ 99 cal. BP [3243 $\pm$ 99 cal. BC]
PINUSPN21SFL	<i>Pinus sylvestris/uncinata</i>	Pleta	10-20	1180 +/- 40 BP	1070 (880 AD)	1108 $\pm$ 56 cal. BP [842 $\pm$ 56 cal. AD]





## Annex 2- Metodologia de l'anàlisi físico-química de l'estudi pol·línic

1. Pesat de la mostra (5-10 g)
2. Incorporació del *Lycopodium clavatum*
3. Eliminació dels carbonats (HCl, 50%)
4. Tamisat (malla 0,5 mm)

Centrifugació (2.500 v/min; 3 minuts aprox.)

Decantament

Rentat

Homogeneïtzació

Centrifugació (2.500 v/min; 3 minuts aprox.)

Decantament

5. Eliminació dels àcids húmics (KOH)

Bany Maria (10'')

Centrifugació

Decantament

3 gotes d'HCl

6. Concentració con Licor Dens ( $2.1 \text{ cm}^3/\text{g}$ )

Centrifugació

7. Filtratge (filtres de fibra de vidre)

8. Eliminació del filtre i dels silicats (HF, 70%)

Centrifugació

Rentat

Homogeneïtzació

Centrifugació

Decantament

9. Muntatge de la mostra



### Annex 3-Protocol de l'anàlisi de laboratori de macrocarbons

#### 1. Tractament químic de les mostres

- Prendre 1 cm<sup>3</sup> de mostra humida
- Pesar la mostra (quantificar la massa)

Treball sota la campana extractora de gasos:

- Dissolució amb 15% de sodi hipoclorit (NaOCl) un lletia de potassi hidròxid (KOH)
- Placa calefactora a 70 °C durant 180 minuts
- Recuperació de la solució resultant i resguard en flascons segellats.
- Filtratge de la solució a través d'una malla (150µm) mitjançant H<sub>2</sub>O destil·lada

#### 2. Quantificació de la biomassa cremada

- Observació mostra a partir d'una lupa binocular estereoscòpica (40x)
- Ús d'un micròmetre incorporat a l'ocular amb una malla de 10x10 quadrícules de 0,0625 mm<sup>2</sup> cadascuna.
- Classificació dels carbons en 6 classes segons la superfície projectada en el si del micròmetre ocular. La mida de les categories augmenta de forma exponencial (veure figura A1.1)

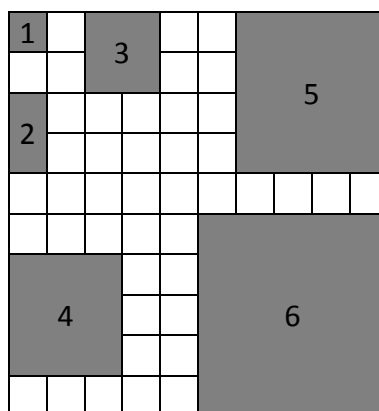


Figura A1.1: categories de classificació dels carbons (superfície quadrat base = 0,0625mm<sup>2</sup>, en la figura es troba ampliada a 400x)

**Resultats:**

- **Concentració de carbó** ( $\text{mm}^2/\text{cm}^3$ ): La superfície total de carbó s'obté multiplicant el numero de carbons de cada categoria per la superfície en  $\text{mm}^2$  de cada categoria.

**Influx anual de carbó** (CHAR,  $\text{mm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ ): ús del programa CharAnalysis (Higuera et al. 2008)