

GEOGRAFIA, PAISATGE I VEGETACIÓ

Estudis en homenatge a
Josep Maria Panareda

EDICIÓ I COORDINACIÓ A CÀRREC DE

VALERIÀ PAÛL

MARÍA EUGENIA AROZENA

JUAN-JAVIER GARCÍA-ABAD

JOSEP PINTÓ

JOAN TORT

GEOGRAFIA, PAISATGE I VEGETACIÓ
Estudis en homenatge a Josep Maria Panareda

GEOGRAFÍA, PAISAJE Y VEGETACIÓN
Estudios en homenaje a Josep Maria Panareda

XEOGRAFÍA, PAISAXE E VEXETACIÓN
Estudos en homenaxe a Josep Maria Panareda

GEOGRAFIA, PAISATGE I VEGETACIÓ
Estudis en homenatge a Josep Maria Panareda

GEOGRAFÍA, PAISAJE Y VEGETACIÓN
Estudios en homenaje a Josep Maria Panareda

XEOGRAFÍA, PAISAXE E VEXETACIÓN
Estudos en homenaxe a Josep Maria Panareda



*Fotografia de Juan M. Trillo Santamaría no
Teixadal de Casáu (1/9/2015).*

Edició i coordinació a càrrec de
Edición y coordinación a cargo de
Edición e coordinación a cargo de

VALERIÀ PAÛL
MARÍA EUGENIA AROZENA
JUAN-JAVIER GARCÍA-ABAD
JOSEP PINTÓ
JOAN TORT

Geografia, paisatge i vegetació. Estudis en homenatge a Josep Maria Panareda =
Geografía, paisaje y vegetación. Estudios en homenaje a Josep Maria Panareda =
Xeografía, paisaxe e vexetación. Estudos en homenaxe a Josep Maria Panareda /
Editat i coordinat per Valerià Paül, María Eugenia Arozena, Juan-Javier García-
Abad, Josep Pintó i Joan Tort — Madrid : Asociación Española de Geografía ;
Santiago de Compostela : Universidade de Santiago de Compostela, Grupo de
Análise Territorial (ANTE) GI-1871, 2023.

ISBN: 978-84-126292-5-5

1. Geografia. 2. Biogeografia. I. Paül, Valerià, ed. lit. II. Arozena, María Eugenia, ed.
lit. III. García-Abad, Juan-Javier, ed. lit. IV. Pintó, Josep, ed. lit. V. Tort, Joan, ed. lit.
VI. Asociación Española de Geografía, ed. VII. Universidade de Santiago de
Compostela, Grupo de Análise Territorial (ANTE) GI-1871, ed. VIII. Títol.

91 Geografia general. Història de la Geografia

© Asociación Española de Geografía, 2023

Editors científics

Valerià Paül, María Eugenia Arozena,
Juan-Javier García-Abad, Josep Pintó i Joan Tort

Publicat per

Grupo de Análise Territorial (ANTE) GI-1871
Instituto Universitario de Estudos e Desenvolvimento de Galiza
Universidade de Santiago de Compostela (Campus Sur)
15782 Santiago de Compostela
<https://www.usc.gal/ante>

Impressió

Tórculo

ISBN: 978-84-126292-5-5

DOI: 10.21138/pgP.2023.lc

DL: M-31214-2023

Índex = Índice = Táboa

Pròleg = Prólogo	9
<i>Valerià Pàül, Maria Eugenia Arozena, Juan-Javier García-Abad, Josep Pintó i Joan Tort</i>	
Josep Maria Panareda, profesor e investigador de la naturaleza	23
<i>Eduardo Martínez de Pisón</i>	
Josep Maria Panareda. L'observació com a eina per interpretar el món	25
<i>Joan Tort i Pere Tobaruela</i>	
I. APORTACIONES GEOGRÁFIQUES = APORTACIONES GEOGRÁFICAS = <i>ACHEGAS XEOGRÁFICAS</i>	33
1. Cambios de usos en los espacios de montaña cantábricos. Nuevos retos para la gestión	35
<i>Virginia Carracedo Martín y Juan Carlos García Codron</i>	
2. Geografía, paisaje y vegetación de las lagunas volcánicas ibéricas	47
<i>Rafael Ubaldo Gosálvez Rey</i>	
3. La rareza de un legado cartográfico. Los mapas de Cataluña de F. Gérard Jollain (1694) y John Harris (1705)	59
<i>Agustín Hernando</i>	
4. En torno a la Geografía física	69
<i>Rubén Camilo Lois González</i>	
5. ¿El fuego se retira? La evolución reciente de los incendios forestales en el norte de la provincia de Burgos	87
<i>Fernando Molinero Hernando y Juan Carlos Guerra Velasco</i>	
6. Variabilitat espacial dels elements dissolts en relació amb el substrat i els usos del sòl a la conca del riu Anoia	97
<i>Elena Rallo, Joaquim Farguell, Xavier Úbeda i Maria Sala</i>	
7. Per una Geografia «sampedriana»: sobre la necessitat de superar la confusió entre límits i fronteres	109
<i>Alexis Sancho Reinoso</i>	
8. Observaciones sobre escalones crionivales (<i>v. gr.</i> terrazas de crioplanación) en la Sierra de Alvear (Tierra de Fuego, Argentina)	119
<i>Marcos Valcárcel y Juan López-Bedoya</i>	
9. Espazos naturais protexidos na confluencia entre Asturias, Galiza e Castilla y León: o alcance do límite interautonómico	135
<i>Roberto Vila Lage e Alejandro Otero Varela</i>	

II.	RECERQUES DE PAISATGE = INVESTIGACIONES DE PAISAJE = PESCUDES DE PAISAXE	149
10.	La dinámica del paisaje vegetal en el Llano de Ucanca, Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias) <i>María Eugenia Arozena y Víctor Manuel Martín Febles</i>	151
11.	Gradientes naturales y usos del suelo en el paisaje vegetal de las Islas Macaronésicas <i>Albano Figueiredo</i>	163
12.	Toponimia, paisaje e identidad: sobre los límites de la Serranía de Ronda (provincias de Cádiz, Málaga y Sevilla) <i>José Gómez Zotano</i>	175
13.	Los paisajes lineales de Josep Maria Panareda y Maravillas Boccio: una apuesta por el diálogo transdisciplinar <i>Juan Francisco Ojeda-Rivera y Maravillas Boccio Serrano</i>	187
14.	As representacións da paisaxe na revista <i>Peña Trevinca. Montañeros de Galicia</i> (1944- 1950) <i>Juan Manuel Trillo Santamaría, Valerià Paül e Luis Martín Agrelo Janza</i>	201
15.	Degradación permanente del paisaje mediterráneo de la palma más longeva del mundo, <i>Jubaea chilensis</i> Moll Baillon, en sus comunidades de la Reserva de la Biosfera La Campana-Peñuelas (Chile) <i>Víctor Quintanilla y Roxana Lebuy</i>	215
16.	De un paisaje agrario tradicional a otro globalizado en la Plana de Castellón <i>José Sancho Comíns</i>	227
17.	El <i>paisatge toponímic</i> de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac <i>Joan Tort i Albert Santasusagna Riu</i>	239
18.	Biodiversidad y paisaje en «campos cercados» del entorno de núcleos rurales (provincias de Madrid y Segovia) <i>Concepción Sanz Herráiz y Pedro Molina Holgado</i>	253
III.	TREBALLS BIOGEOGRÀFICS = TRABAJOS BIOGEOGRÁFICOS = TRABALLOS BIOGEOGRÁFICOS	263
19.	Condicions ambientals i distribució d'aus aquàtiques: el cas de s'Albufera des Grau (Menorca) <i>Carles Barriocanal, Òscar García-Febrero i David Robson</i>	265
20.	La dinámica natural de los paisajes de pinar repoblado en las cumbres volcánicas de Abeque (Tenerife, Islas Canarias): nuevas aportaciones desde la Geografía <i>Esther Beltrán Yanes e Isabel Esquivel Sigut</i>	275

21.	Breve nota de la vegetación hidro-helófila de la Península Ibérica española y su inclusión en los Tipos de Regímenes Bioclimáticos (TRB) <i>Rafael Cámara Artigas</i>	287
22.	Baixo a sombra da polémica: dúas controversias sobre a aterrxaxe do eucalipto en Galiza <i>Diego Cidrás</i>	297
23.	El paper del Montseny a la Biogeografía històrica de l'avet a la Península Ibèrica <i>Raquel Cunill Artigas, Virginia Carracedo Martín, Juan Carlos García Codron, Jordi Nadal Tersa, Albert Pèlach Mañosa, Ramon Pérez-Obiol, Sara Rodríguez Coterón, Marc Sánchez-Morales i Joan Manuel Soriano López</i>	307
24.	Aproximación a la valoración de la vegetación en los Páramos de Raña de la cuenca del Esla (provincia de León). El papel de las repoblaciones de coníferas y la decadencia de los aprovechamientos tradicionales <i>Casildo Ferreras Chasco</i>	319
25.	Una encrucijada florística de La Alcarria: encuentro, límite y paso de plantas en torno al paraje de El Saco-La Pangía (provincia de Guadalajara) <i>Juan-Javier García-Abad</i>	325
26.	Análisis de la presencia de la fauna vertebrada en un ambiente supramediterráneo tras más de medio siglo de abandono agrícola <i>Neus La Roca Cervigón y Pedro José Lozano-Valencia</i>	341
27.	Las frecuencias de floración en las comunidades de la serie de vegetación del encinar mesomediterráneo calcícola valenciano de umbría <i>Emilio Laguna Lumbreras, Pedro Pablo Ferrer-Gallego, Miguel Guara Requena y Rafael Currás Cayón</i>	357
28.	La contribución del <i>Mapa Forestal de España</i> a escala 1:200.000 a la representación de la vegetación del sector norte del Sistema Mediterráneo Catalán (Montnegre-Corredor y Montseny) <i>César López Leiva</i>	367
29.	Evaluación biogeográfica de diversas formaciones vegetales representativas de la región balcánica mediante el método LANBIOEVA <i>Pedro José Lozano-Valencia, Guillermo Meaza-Rodríguez, Rakel Varela-Ona y Asier Lozano-Fernández</i>	379
30.	Técnicas de representación cartográfica para el seguimiento de especies endémicas y amenazadas <i>Juan Antonio Marco Molina, Ascensión Padilla Blanco, Ángel Sánchez Pardo y Pablo Giménez Font</i>	391
31.	Sobre els ginebrons dels cims del Montseny <i>Josep Nuet Badia, Valentí González, Angel M. Romo, Montse Salvà Catarinen i Ferran Salvador Franch</i>	407

32.	As matogueiras de xenebreiro rastreiro nas Montañas de Trevinca <i>Valerià Paül</i>	417
33.	La integración de la vegetación en el planeamiento municipal: ejemplos de Gran Canaria (Islas Canarias) <i>Emma Pérez-Chacón Espino y Javier Camino Dorta</i>	429
34.	Grups corològics de la flora dels hàbitats de platja i duna de la costa catalana <i>Josep Pintó i Carla Garcia-Lozano</i>	439
35.	La Biogeografía: ciencia geográfica y ciencia biológica, sí, pero también ciencia física <i>Raimundo Real</i>	451
36.	Els fitotopònims del mapa de Mallorca del canonge Despuig (1785) <i>Vicenç M. Rosselló i Verger</i>	461

23. El paper del Montseny a la Biogeografia històrica de l'Avet a la Península Ibèrica

Raquel Cunill Artigas
Universitat Autònoma de Barcelona
raquel.cunill@uab.cat

Virginia Carracedo Martín
Universidad de Cantabria
virginia.carracedo@unican.es

Juan Carlos García Codron
Universidad de Cantabria
juan.garciacodron@unican.es

Jordi Nadal Tera
Universitat Autònoma de Barcelona
jordi.nadal@uab.cat

Albert Pèlachs Mañosa
Universitat Autònoma de Barcelona
albert.pelachs@uab.cat

Ramon Pérez-Obiol
Universitat Autònoma de Barcelona
ramon.perez@uab.cat

Sara Rodríguez Coterón
Universidad de Cantabria
sara.rodriguez@unican.es

Marc Sánchez-Morales
Universitat Autònoma de Barcelona
marc.sanchez@uab.cat

Joan Manuel Soriano López
Universitat Autònoma de Barcelona
joanmanuel.soriano@uab.cat

23.1. Introducció

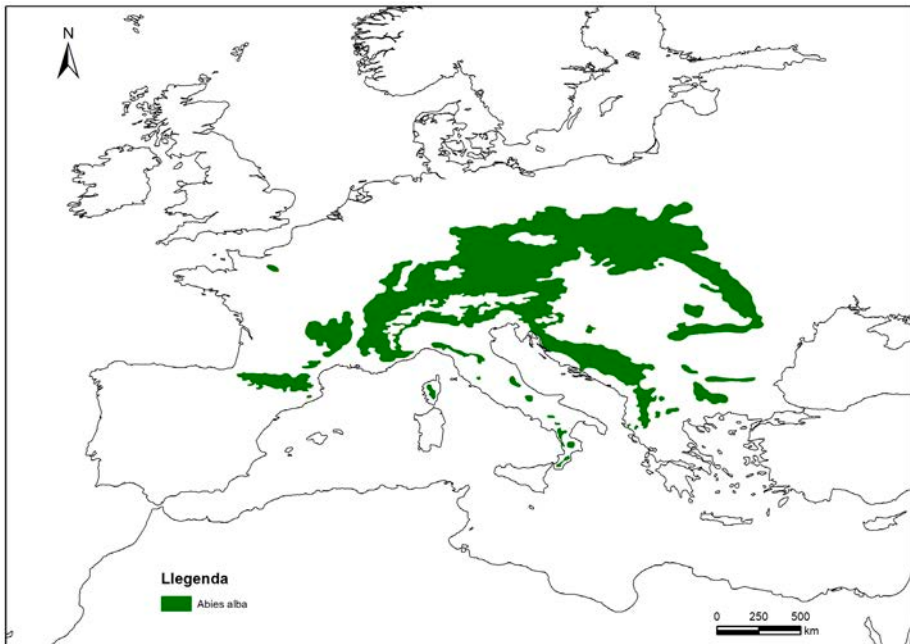
Si analitzem l'actual distribució de les avetoses a Europa (Wolf, 2003) i a la Península Ibèrica ens adonem que al Montseny *Abies alba* hi té les localitats més meridionals de l'extrem occidental d'Europa. Aquesta avetosa o aveteda relictal tal i com expliquen Panareda, Masnou i Boccio (2017) es localitza als indrets més ombrívols dels vessants superiors de la fageda i és el resultat d'una forta explotació humana des d'almenys el segle XIII fins a les primeres dècades del segle XX. Ara bé, des de quan hi ha avets al Montseny? Són formacions espontànies? Són el resultat d'una colonització postglacial?

Van ser plantats en algun moment? Són restes d'un antic refugi? Aquestes qüestions no es poden respondre sense un estudi basat en una combinació de dades paleobotàniques (a la palinologia els darrers anys se li ha sumat la pedoantracologia), jaciments arqueològics (antracologia i restes de fusta sense cremar) i fonts documentals (escrites, gràfiques i orals). A més, la seva expansió postglacial no es pot entendre ni discutir sense els estudis genètics, que aporten informacions claus per explicar la seva distribució actual.

23.1.1. L'estudi de la biogeografia històrica de les avetoses

No és fàcil trobar refugis d'*Abies alba* durant el darrer màxim glacial al sud d'Europa. Fins ara, els diagrames pol·línics només han pogut localitzar-ne a l'extrem sud d'Itàlia, al llac Trifoglietti a Calàbria, amb una corba contínua d'avet que té la base entre fa 13.000 i 14.000 anys cal BP (De Beaulieu et al., 2017) o a Ioannina, al nord-oest de Grècia, amb una seqüència contínua que supera el *Marine Isotope Stage* (MIS 11c) i arriba als 480.000 anys, segurament d'*Abies borisii-regis* o *Abies cephalonica* (Tzedakis, 2001). A la Península Ibèrica, en canvi, no s'ha trobat cap registre pol·línic amb presència d'avet durant la darrera glaciació. Sí que és present durant el darrer interglacial, com, per exemple, a la seqüència d'El Cañizar de Villarquemado, a l'extrem sudoriental del sistema Ibèric, durant el MIS 5, fa entre 80.000 i 130.000 anys (González-Sampériz et al., 2020). Latitudinalment, les poblacions del Montseny sí que coincideixen, més o menys, amb les localitzacions d'avet del sud de Còrsega i amb les de l'extrem sud-oriental d'Europa que es troben entre Albània i Macedònia. En tots els casos es tracta de zones de muntanya properes al mar Mediterrani (Figura 23.1).

Figura 23.1. Distribució d'*Abies alba* a Europa. Font: Caudullo, Welk i San-Miguel-Ayanz (2017).



En canvi, diversos diagrames pol·línics en diferents zones de muntanya, com per exemple als Alps, sí que permeten saber com en el passat l'àrea de distribució d'*Abies alba*

havia de ser molt més àmplia (Tinner et al., 1999). Es tracta d'un fet que només es pot explicar si tenim en compte que abans aquest arbre creixia més enllà dels rangs ecològics actuals (Wick i Möhl, 2006), fins i tot acompanyat de tàxons termòfils (Tinner et al., 2013). Per tant, la imatge que tenim ara de la seva distribució està fortament afectada per la dinàmica més recent i això podria condicionar els models que siguem capaços de generar a partir de la seva biogeografia actual. En el passat les perturbacions climàtiques van poder ocasionar canvis, però la major part de les fonts coincideixen que la distribució actual és causada per perturbacions humanes més o menys recents que també podrien haver desencadenat una reducció de la diversitat i de la variabilitat genètica, provocant-ne una falta d'adaptabilitat (Wick i Möhl, 2006). Als Alps *Abies alba* s'ha anat contraient amb l'increment de la pressió humana i els incendis forestals. La informació aportada pels diagrames ha permès interpretar que *Abies alba* també creixia en indrets amb sòls calcaris, es regenerava en valls molt més seques d'on viu ara i en exposicions al sud, un fet que torna a qüestionar-ne els límits ecològics actuals (Carcaillet i Muller, 2005). En aquesta sentit, estudis pedoantracològics recents han permès situar espacialment algunes avetoses tot confirmant el que suggerien algunes de les dades pol·líniques, és a dir, que hi havia hagut avets a baixa altitud i a solana. Treballs realitzats al centre i sud de la península Itàlica per Di Pasquale et al. (2014) o en els contraforts del Pirineu septentrional (Cunill et al., 2015) mostren la presència pretèrita d'avet a cotes inferiors als 600 msnm i, en el cas d'Itàlia, lluny de les poblacions actuals. I és que la quantificació, identificació i datació del carbó del sòl s'ha demostrat molt eficaç per interpretar les dinàmiques vegetals amb una alta precisió espacial i temporal durant tot l'Holocè (Talon, Carcaillet i Thimon, 1998). Diferents treballs pedoantracològics han servit per estudiar l'evolució del límit superior del bosc o les dinàmiques dels espais supraforestals (Cunill et al., 2013; García Álvarez et al., 2017; Beato, Poblete i Cunill, 2019) i per a analitzar l'evolució d'altres coníferes a l'àrea mediterrània i cantàbrica (Olmedo et al., 2017; Beato, Poblete i Cunill, 2019).

Als estudis sobre zones refugi basades en pol·len i macrorestes (Terhürne-Berson, Litt i Cheddadi, 2004) els han succeït contribucions que diferencien el gènere *Abies* a tot Europa (Litkowiec et al., 2021) a partir de marcadors de microsatèl·lits nuclears (nSSR) i d'un conjunt de característiques morfològiques i anatòmiques de les acícules. Amb aquestes recerques com a base, s'han elaborat algunes de les hipòtesis de l'existència de possibles refugis glacials, com l'efectuada per Liepelt et al. (2009) mitjançant nSSR, els quals van inferir la possible existència d'un antic refugi glacial d'avet als Pirineus. No obstant, les darreres dades obtingudes a partir de polimorfisme de nucleòtids simples (SNPs) i de microsatèl·lits cloroplàstics (cpSSR), al Pirineu septentrional i meridional, de moment, mostren com a mínim dos grups genètics diferents: un grup a l'extrem oriental i un altre a l'extrem occidental, amb una zona de contacte que es localitza entre Luchon i la Val d'Aran (Gonin et al., 2012). Al sud, Sancho-Knapik et al. (2014) i Matías et al. (2016) també sostenen que les avetoses orientals i occidentals del Pirineu podrien pertànyer a dos llinatges diferents i que les avetoses occidentals presenten una menor variabilitat genètica que les orientals. Tal i com indiquen Magri et al. (2017), la història demogràfica dels tàxons arboris obtinguda mitjançant estudis paleobotànics i genètics combinats és un camp d'investigació summament reptador, necessari no només per avaluar la diferenciació d'espècies/poblacions, sinó també per comprendre millor els processos d'extinció, una tasca essencial en l'escenari actual de canvi global.

A Catalunya la palinologia dona peu a deduir que l'avet va aparèixer progressivament a la serralada pirinenca d'est cap a l'oest (Jalut et al., 1998; Esteban, 2003; Pèlachs et al., 2009), però se'n desconeixen les àrees refugi i els camins de migració que va emprendre en consonància amb l'evolució climàtica holocena. La pedoantracologia és un camp d'estudi creixent que pot aportar dades en aquest sentit (Cunill et al., 2020; Pardo, 2020), a la vegada que les dades genètiques, que semblen confirmar les diferències entre els llinatges oriental i occidental d'*Abies alba* al Pirineu meridional, suggereixen la probable existència d'àrees refugi a la Península Ibèrica (Pèlachs et al., 2020). En aquest sentit, podria ser el Montseny una d'aquestes zones refugi que suposadament hi va haver a la Península Ibèrica durant la darrera glaciació?

23.1.2. L'àmbit d'estudi: el massís del Montseny

El massís del Montseny forma part de la serralada Prelitoral Catalana i té en el Turó de l'Home el punt més elevat (1.712 m). L'orografia i la proximitat al mar (15 km) contribueixen al fet que hi hagi una elevada varietat climàtica. Per això el Montseny té un clima mediterrani subhumit a les zones baixes, que evoluciona progressivament fins a un clima eurosiberià de tendència atlàntica en els punts culminants. El Montseny es divideix en tres grans dominis: boscos esclerofil·les mediterranis (alzines i alzines sureres); el domini de l'alzinar muntanyenc amb rouredes submediterrànies i castanyers naturalitzats; i el domini dels boscos de caràcter eurosiberià (avetoses, fagedes i altres caducifolis) influenciats per la presència freqüent de boires d'origen convectiu de les brises marines (Salvà, 2000). A les zones culminants s'hi troben ambients amb matolls i prats que diferents autors han assimilat a un estatge subalpí sense ser-ho ben bé.

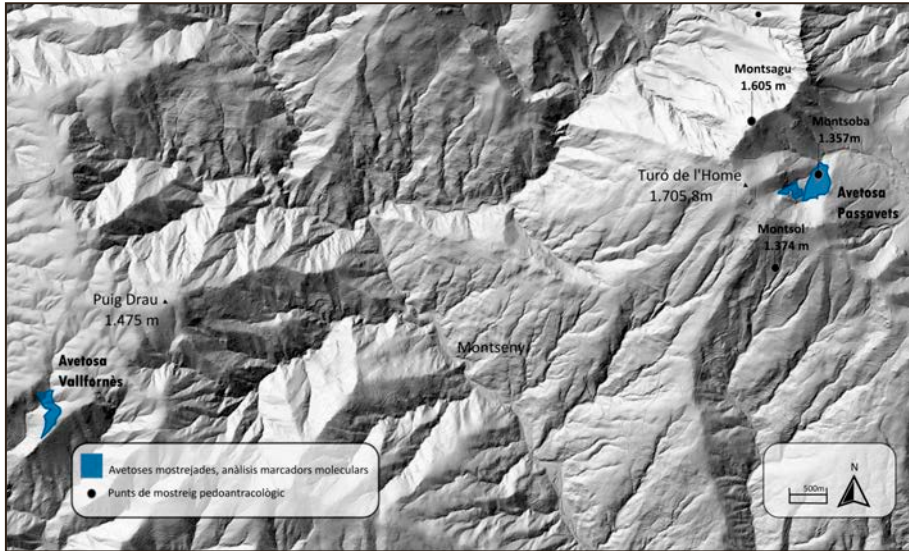
23.2. Metodologia per saber si el Montseny podria ser un antic refugi d'avets

Els materials i els mètodes d'estudi disponibles per respondre aquesta qüestió al Montseny no es poden basar en estudis pol·línics perquè no s'han trobat sediments locals aptes per ser analitzats. En canvi, sí que s'han pogut fer anàlisis pedoantracològiques a partir dels carbons vegetals que contenen els sòls del Montseny. S'han dut a terme tres mostreigs al voltant del Turó de l'Home entre els 1.300 i els 1.600 m d'altitud, dos dels quals s'han fet dins de la fageda: un amb orientació sud (1.374 m) i l'altre amb orientació oest (1.605 msnm). El tercer punt de mostreig s'ha fet dins l'avetosa de Passavets amb orientació nord (1.357 m) (Figura 23.2). Les mostres de sòl s'han recollit excavant fosses fins trobar el substrat rocós quan ha estat possible, descrivint el sòl i seguint el mètode proposat per Carcaillet i Thion (1996) i Talon, Carcaillet i Thion (1998), adaptat per Bal et al. (2010) i per Cunill et al. (2012) al Pirineu. Els carbons s'han aïllat mitjançant el tamisat amb aigua (filtres de 5, 2 i 0,8 mm) i la posterior selecció manual amb lupa binocular. La identificació taxonòmica de 60 a 100 carbons per nivell de mostreig s'ha fet amb microscopi episcòpic Olympus BX 51 (100x, 200x i 500x). Els tàxons s'han identificat amb l'ajuda de dos atles d'anatomia de fusta i carbons (Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001). Els carbons s'han datat per ¹⁴C amb el mètode AMS al laboratori de Beta Analytic Inc. (Miami, Florida, Estats Units).

D'altra banda, dues poblacions d'*Abies* del Montseny —l'avetosa de Passavets (Nuet et al., 2014) i la de Vallfornés (Barbeta et al., 2018; Boada i Pujantell, 2020)— han format part d'un estudi dut a terme l'any 2018 que ha permès recol·lectar acícules de 1.173 individus pertanyents a 43 poblacions distribuïdes des del Montseny fins a la selva d'Irati (Navarra). Sempre que ha estat possible s'han recollit acícules de 30 avets de cada

població separats d'un mínim de 30 metres entre ells. Al Montseny l'estudi es basa en l'anàlisi de 30 avets a Passavets i 27 avets a Vallfornès. Des d'un punt de vista geogràfic, les poblacions actuals analitzades més properes són les de Maçanet de Cabrenys, la vall del Bac, Setcases, Campelles i Catllaràs (Pèlach et al., 2020). D'aquestes, la vall del Bac i la del Catllaràs s'han hagut d'analitzar amb pocs individus (15 avets a la vall del Bac i 10 avets al Catllaràs) i per això no s'usen per a l'estudi. Totes les comparacions mencionades aquí es basen en poblacions de 30 individus.

Figura 23.2. Localització del treball de camp. Elaboració pròpia.



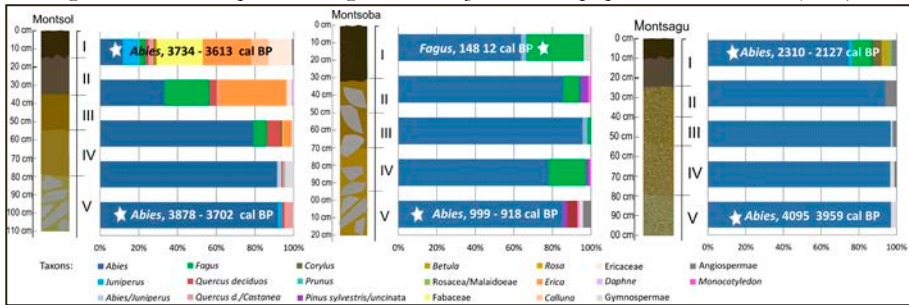
Les anàlisis dels marcadors moleculars s'han fet a la unitat «*Écologie des forêts méditerranéennes*» (URFM) de l'Institut national de la recherche agronomique (Avignon, França) incloent també poblacions dels Alps i del Pirineu francès com a referències externes. Les 43 poblacions es van genotipar a 65 SNP, centrant l'atenció en els marcadors susceptibles de presentar diferències relacionades amb la distribució geogràfica i la diversitat genètica intrapoblacional. L'estudi ha perseguit trobar el nombre de llinatges (clústers genètics) que expliquen millor l'organització de la diversitat genètica de totes les poblacions, pressuposant l'existència de dos grups genètics. Aquesta anàlisi s'ha dut a terme amb el software Structure ajustant un model que ha considerat poblacions barrejades i freqüències al·lèliques correlacionades entre poblacions (Pèlach et al., 2020).

23.3. Resultats: l'avetosa és d'origen natural i genèticament no hi ha diferències entre Vallfornès i Passavets

La major part dels carbons identificats al Montseny pertanyen al gènere *Abies*. El faig és el segon tàxon més important en orientació oest i nord, mentre que a la solana domina *Abies* als nivells més profunds i als més superficials es complementa amb tàxons arbustius com fabàcies o ericàcies. La gran quantitat de carbó d'avet a tots els punts de mostreig del massís del Montseny, fins i tot en orientació sud i oest, on avui dia no hi viu, demostra la presència pretèrita d'*Abies* en aquests espais. Per tant, s'infereix una àrea de distribució

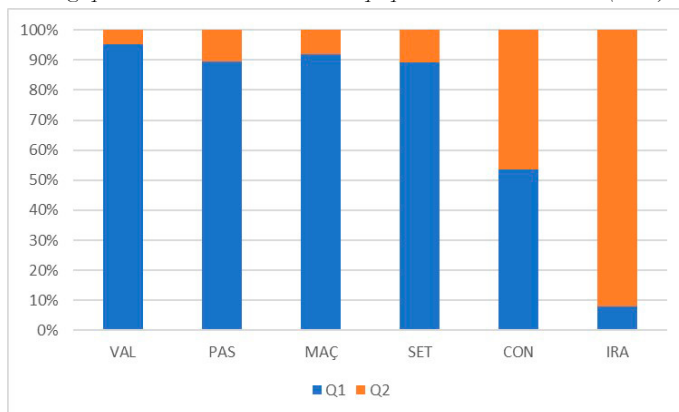
molt més àmplia que a l'actualitat. Les datacions dels carbons d'avet dels punts orientats al sud i al nord permeten deduir que l'àrea de distribució d'aquesta espècie era més gran en el passat (Figura 23.3) (Cunill et al., 2020). Les cinc datacions se situen entre l'edat del bronze (3), la transició entre l'edat del ferro i l'època romana (1) i l'alta edat mitjana (1). També s'ha datat un carbó de faig que ha donat una edat subactual.

Figura 23.3. Resultats pedoantracològics al Montseny. Elaboració pròpia. Font: Cunill et al. (2020).



Per a l'estudi genètic, el salt de probabilitat més robust s'observa amb el programa Structure quan el nombre de poblacions esperat és de dues ($K=2$). L'estudi dels marcadors moleculars confirma la presència de dos grups genètics diferenciats: un al Pirineu occidental (grup genètic 1) i un altre al Pirineu oriental (grup genètic 2), amb una zona d'hibridació a la part central que se situa al voltant de la Val d'Aran. És a dir, la diversitat genètica de les 43 poblacions analitzades està fortament correlacionada amb la longitud geogràfica (Pèlachs et al., 2020). Les poblacions del Montseny analitzades, Vallfornès i Passavets, presenten uns coeficients d'afinitat molt elevats amb el grup genètic 2 i són comparables amb d'altres poblacions de l'extrem nord-est de la Península Ibèrica, com Maçanet de Cabrenys i Setcases, del mateix grup. En canvi, difereixen molt del grup genètic 1 (vegeu Irati) i del grup mixt (vegeu Conangles) (Figura 23.4).

Figura 23.4. Coeficients d'afinitat genètica d'algunes poblacions d'*Abies alba*. Les diferències més grans s'observen entre poblacions del grup genètic 1, com Irati (IRA), i algunes mostres del grup genètic 2, com Vallfornès (VAL), Passavets (PAS), Maçanet de Cabrenys (MAÇ) i Setcases (SET). Conangles forma un tercer grup mixt dels altres dos. Elaboració pròpia. Font: Pèlachs et al. (2020).



23.4. Discussió: Passavets i Vallfornès, les avetoses del Montseny

23.4.1. El foc ha modelat el paisatge de l'avetosa

Les dades obtingudes al Montseny a partir de la pedoantracologia indiquen clarament que en el passat l'àrea de distribució d'*Abies alba* era molt més àmplia, tal i com s'ha descrit als Alps, a Itàlia o a d'altres llocs del Pirineu francès i espanyol. Ara bé, les datacions (^{14}C AMS) situen els incendis a l'avetosa en tres moments històrics força anteriors a les pertorbacions humanes recents:

1. La datació més antiga també és la de més altitud, a 1.605 m, entre 4.095 i 3.959 anys cal BP, tot i que dues datacions més a 1.374 m entre 3.878 i 3.702 anys cal BP i 3.734 i 3.613 anys cal BP assenyalen com durant el bronze antic i mitjà al Montseny les pertorbacions i els incendis van afectar la distribució de l'avet. Calen més estudis i comparacions per saber fins a quin punt els canvis en l'estacionalitat de les precipitacions i l'increment de les sequeres estivals al Mediterrani a partir del 4.200 cal BP (Bond et al., 2001) van poder influir en aquests focs. I és que durant l'Holocè recent sovint costa distingir la causalitat dels incendis i si van ser naturals o provocats per l'acció humana, tot i que, en general, aquesta confluència de factors fa que el bronze sigui considerat un moment d'increment dels incendis al Pirineu, i ara sembla que al Montseny també.
2. Una altra datació se situa entre 2.310 i 2.127 anys cal BP a 1.605 m, és a dir, entre l'edat del ferro i l'inici de l'imperi romà.
3. La darrera datació a 1.357 m, entre 999 i 918 anys cal BP, correspon a l'alta edat mitjana, un moment en què la intensitat de les pertorbacions humanes és elevada.

Per tant, es pot afirmar que els incendis formen part de la configuració del paisatge actual del Montseny de manera ininterrompuda almenys durant la segona meitat de l'Holocè. El carbó de faig amb una datació subactual (148-12 cal BP) indica que els incendis han durat fins no fa gaire i que la seva presència al paisatge també és contemporània. Aquesta darrera datació és concordant amb un altre estudi pedoantracològic fet al Montnegre, on no s'han trobat carbons d'avet i, en canvi, sí de *Quercus* i tàxons arbustius com *Erica* i *Arbutus* en el paisatge (Cunill et al., 2020).

23.4.2. L'anàlisi genètica no resol el tema de si el Montseny va actuar com a refugi

Encara és massa aviat per resoldre el dubte de si el Montseny va ser un refugi de l'avet durant la darrera glaciació. De moment només sabem que al Montseny segur que n'hi havia a partir de la segona meitat de l'Holocè i que genèticament les poblacions s'assemblen a les que actualment hi ha a l'extrem nord-est de la Península Ibèrica, tal i com indicaria la similitud amb la població de Maçanet de Cabrenys. Si, com sembla a partir de les anàlisis pol·líniques, almenys part de la colonització va ser de l'est cap a l'oest (Pèlach et al., 2009), llavors genèticament estan emparentades amb a les poblacions més antigues de la Península Ibèrica. Ara bé, per saber si va ser un refugi o no, caldran més estudis pedoantracològics per establir si en algun moment hi va poder haver alguna continuïtat terrestre entre el Montseny i les avetoses més properes del Prepirineu i trobar datacions de carbó més antigues. Les dades genètiques indiquen que, malgrat que a l'actualitat el Montseny pugui semblar una àrea disjunta del Pirineu, en algun moment hi va haver una connexió natural entre ambdues zones. No se sap com va ser aquest contacte ni quan. Podria haver passat que la dispersió s'hagués donat en algun moment de l'Holocè antic per disseminació animal i/o humana afavorint un salt entre hàbitats, tal i com Costa, Morla i Sainz Ollero (1998) expliquen per al faig.

No sembla que l'avetosa de Vallfornès presenti prou diferències genètiques que la distingeixin de la de Passavets. Per tant, no tenim evidències que al Montseny hi hagués avetoses més adaptades a condicions termòfiles tal com s'ha descrit en els Alps (Tinner et al., 2013). També és cert que la intervenció humana ha reduït molt les actuals poblacions i, per tant, l'anàlisi genètica podria estar condicionada per la regeneració a partir de pocs progenitors. Es tracta d'un fet que al Montseny no és gens menor (Panareda, Masnou i Boccio, 2017).

En qualsevol cas, en un futur proper, per establir millor els llinatges i verificar l'existència de refugis, caldrà estudiar patrons de variació de l'ADN mitocondrial de l'avet. Així, amb l'herència materna s'obtidria una visió més precisa de la possible fragmentació de les poblacions d'*Abies alba* ibèriques i una millor perspectiva dels processos associats a la supervivència de la població arbòria en refugis durant els períodes glacials del Pleistocè i la seva recolonització potsglacial. De totes maneres, les dades no fan altra cosa que destacar la importància biogeogràfica i estratègica de Vallfornès i Passavets perquè la diversitat genètica intrapoblacional esdevé un factor clau per comprendre la distribució biogeogràfica actual de l'avet i la seva possible vulnerabilitat front al canvi climàtic. En efecte, cal tenir en compte que les poblacions occidentals, en ser més recents, serien menys resistents a un increment de l'estrès per l'aridesa que les del sector oriental com les del Montseny.

23.5. Conclusions

La història biogeogràfica de l'avet al Montseny ha trobat en la pedoantracologia una via de recerca possible davant de la manca de dades pol·líniques, que, malgrat tot, ha de ser reinterpretada complementàriament als estudis genètics. Les dades s'han d'interpretar globalment integrant les informacions bioclimàtiques, humanes i genètiques a escala peninsular.

Encara és massa aviat per resoldre el dubte de si el Montseny va ser un refugi per a l'avet. Tanmateix, s'ha pogut demostrar que les avetoses tenen un origen natural, una extensió pretèrita més àmplia i genèticament estan emparentades amb les del Pirineu oriental. Per tant, no podem considerar el Montseny com una zona aïllada. Sembla que hi ha hagut processos de colonització amb altres poblacions orientals catalanes.

Agraïments

Aquest treball s'ha pogut realitzar gràcies als projectes: «*Los bosques del pasado como clave para comprender los bosques del futuro: dinámica histórica de los abetales en la vertiente sudoriental pirenaica*» (CSO2015-74008-JIN), finançat per l'Agència Estatal d'Investigació i el Fons Europeu de Desenvolupament Regional, i «*Estudio biogeográfico histórico comparado (Montaña Cantábrica, Sistema Central y Pirineos): 18000 años de cambios climáticos y antrópicos sobre especies forestales indicadoras*» (CSO2015-65216-C2-1-P) del Programa Estatal de Foment de la Investigació Científica i Tècnica d'Excel·lència. A més, s'ha produït el suport puntual del «Grup de Geografia Aplicada» (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca de la Generalitat de Catalunya, 2017SGR-00343). El nostre agraïment a Josep Antoni Pujantell i a Miquel Nieto Cunill per la seva ajuda en la recol·lecció d'acícules a Vallfornès el primer i a Maçanet de Cabrenys i Setcases el segon i a Salvador Beato Bergua pel seu treball pedoantracològic a Passavets.

Referències bibliogràfiques

- Bal, M. C. et al. (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*, 37(8): 1785-1797.
- Barbeta, A. et al. (2018): Estudi dendroecològic dels avets (*Abies alba* Mill.) i els faigs (*Fagus sylvatica* L.) del sot dels Avets a Vallforners. Dins: *IX Trobada d'Estudiosos del Montseny*. Barcelona: Diputació de Barcelona, p. 175-185.
- Beato, S., Poblete, M. Á. i Cunill, R. (2019): *Taxus baccata* en la Sierra del Aramo (Macizo Central Asturiano). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 81: 2772.
- Beaulieu, J. L. de et al. (2017): Lateglacial-Holocene Abrupt Vegetation Changes at Lago Trifoglietti in Calabria, Southern Italy: The Setting of Ecosystems in a Refugial Zone. *Quaternary Science Reviews*, 158: 44-57.
- Boada, M. i Pujantell, J. A. (2020): El massís del Montseny, paisatge sentinella. *Monografies del Montseny*, 35: 59-72.
- Bond, G. et al. (2001): Persistent Solar Influence on North Atlantic Climate During the Holocene. *Science*, 294(5549): 2130-2136.
- Carcaillet, C. i Muller, S. D. (2005): Holocene Tree-Limit and Distribution of *Abies alba* in the Inner French Alps: Anthropogenic or Climatic Changes? *Boreas*, 34(4): 468-476.
- Carcaillet, C. i Thinin, 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(1-4): 399-416.
- Caudullo, G., Welk, E. i San-Miguel-Ayanz, J. (2017): Chorological Maps for the Main European Woody Species. *Data in Brief*, 12: 662-666.
- Costa, M., Morla, C. i Sainz Ollero, H. (ed.) (1998): *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Barcelona: Planeta.
- Cunill, R. et al. (2012): Holocene Treeline Changes on the South Slope of the Pyrenees: A Pedoanthracological Analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21(4-5): 373-384.
- Cunill, R. et al. (2013): Holocene High-Altitude Vegetation Dynamics in the Pyrenees: A Pedoanthracology Contribution to an Interdisciplinary Approach. *Quaternary International*, 289: 60-70.
- Cunill, R. et al. (2015): Palaeoecological Study of Pyrenean Lowland Fir Forests: Exploring Mid-Late Holocene History of *Abies alba* in Montbrun (Ariège, France). *Quaternary International*, 366: 37-50.
- Cunill, R. et al. (2020): Evolución holocena de los bosques del Sistema Litoral al Pre-Pirineo catalán y su relación con la paleodistribución del abeto (*Abies alba*). Dins Carracedo, V. et al. (ed.): *Conservación, gestión y restauración de la biodiversidad. XI Congreso Español. I Congreso Iberoamericano de Biogeografía*. Santander: Universidad de Cantabria, p. 479-488.
- Esteban, A. (dir.) (2003): *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 AC-1955 DC)*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- García Álvarez, S. et al. (2017): Holocene Treeline History of a High-Mountain Landscape Inferred from Soil Charcoal: The Case of Sierra de Gredos (Iberian Central System, SW Europe). *Quaternary International*, 457: 85-98.

- Gonin, P. et al. (2012): Caractérisation génétique et origine du Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) de Ste Croix Volvestre (Ariège) et du massif pyrénéen. Disponible a: https://www.parc-pyrenees-ariegeoises.fr/wp-content/uploads/2016/07/Rapport_Sapin_Volvestre_Pyrenees_partie1.pdf (consulta el 8/7/2021).
- González-Sampériz, P. et al. (2020): Strong Continentality and Effective Moisture Drove Unforeseen Vegetation Dynamics Since the Last Interglacial at Inland Mediterranean Areas: The Villarquemedo Sequence in NE Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 242: 106425.
- Jalut, G. et al. (1998): Histoire des forêts du versant nord des Pyrénées au cours des 30000 dernières années. *Journal de la Société de Botanique Française*, 5: 73-84.
- Liepert, S. et al. (2009): Postglacial Range Expansion and Its Genetic Imprints in *Abies alba* (Mill.). A Synthesis from Palaeobotanic and Genetic Data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153(1-2): 139-149.
- Litkowiec, M. et al. (2021): Biogeography and Relationships of the *Abies* Taxa from the Mediterranean and Central Europe Regions as Revealed by Nuclear DNA Markers and Needle Structural Characters. *Forest Ecology and Management*, 479: 118606.
- Magri, D. et al. (2017): Quaternary Disappearance of Tree Taxa from Southern Europe: Timing and Trends. *Quaternary Science Reviews*, 163: 23-55.
- Matías, L. et al. (2016): Role of Geographical Provenance in the Response of Silver Fir Seedlings to Experimental Warming and Drought. *Tree Physiology*, 36(10): 1236-1246.
- Nuet, J., González, V. i Gasulla, M. (2014): L'aveteda de Passavets (Montseny), caracterització i relació amb les avetoses dels Pirineus catalans. *Monografies del Montseny*, 8: 186-203.
- Olmedo-Cobo, J. A. et al. (2017): Paleoeología de *Abies* sp. en Sierra Bermeja (sur de la Península Ibérica) durante el Holoceno Medio a partir del análisis pedoantracológico. *Bosque*, 38(2): 259-270.
- Panareda, J. M., Masnou, J. i Boccio, M. (2017): Avets i avetedes al Montseny. *Monografies del Montseny*, 32: 141-160.
- Pardo, R. (2020): La pedoantracología en España: una revisión bibliográfica. *Pirineos*, 175: e059.
- Pasquale, G. di et al. (2014): Late Holocene Persistence of *Abies alba* in Low-Mid Altitude Deciduous Forests of Central and Southern Italy: New Perspectives from charcoal Data. *Journal of Vegetation Science*, 25(5): 1299-1310.
- Pèlachs, A. et al. (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(3-4): 337-349.
- Pèlachs, A. et al. (2020): Áreas refugio pleistocenas y expansión postglacial de *Abies alba* en los Pirineos ibéricos: polen y genética. Dins Carracedo, V. et al. (ed.): *Conservación, gestión y restauración de la biodiversidad. XI Congreso Español. I Congreso Iberoamericano de Biogeografía*. Santander: Universidad de Cantabria, p. 183-190.
- Salvà, M. (2000): *Anàlisi de les plantes i de la fauna vertebrada a la vall de Furirosos (Montnegre, Serralada Litoral Catalana)*. Barcelona: Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral inèdita.]
- Sancho-Knapik, D. et al. (2014): Genetic and Environmental Characterization of *Abies alba* Mill. Populations at Its Western Rear Edge. *Pirineos*, 169: e007.
- Schweingruber, F. H. (1990): *Anatomy of European Wood. An Atlas for the Identification of European Trees, Shrubs and Dwarf Shrubs*. Bern: Verlag Paul Haupt.

- Talon, B., Carcaillet, C. i Thion, 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(2): 195-208.
- Terhürne-Berson, R., Litt, T. i Cheddadi, R. (2004): The Spread of *Abies* Throughout Europe Since the Last Glacial Period: Combined Macrofossil and Pollen Data. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13(4): 257-268.
- Tinner, W. et al. (1999): Long-Term Forest Fire Ecology and Dynamics in Southern Switzerland. *Journal of Ecology*, 87(2): 273-289.
- Tinner, W. et al. (2013): The Past Ecology of *Abies alba* Provides New Perspectives on Future Responses of Silver Fir Forests to Global Warming. *Ecological Monographs*, 83(4): 419-439.
- Tzedakis, P. C. et al. (2001): Establishing a Terrestrial Chronological Framework as a Basis for Biostratigraphical Comparisons. *Quaternary Science Reviews*, 20(16): 1583-1592.
- Vernet, J. L. et al. (2001): *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-ouest de l'Europe : France, Péninsule ibérique et îles Canaries*. Paris: Centre national de la recherche scientifique.
- Wick, L. i Möhl, A. (2006): The Mid-Holocene Extinction of Silver Fir (*Abies alba*) in the Southern Alps: A Consequence of Forest Fires? Palaeobotanical Records and Forest Simulations. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(4): 435-444.
- Wolf, H. (2003): *EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use. Silver Fir Abies alba*. Roma: International Plant Genetic Resources Institute.