

SISTEMES I PROCESSOS

Notes sobre el passat, el present i el futur de les pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris* L.) de les Muntanyes de Prades: resultats d'un estudi dendroecològic

Oriol Bosch i Albert*

Rebut: 17.10.94
Acceptat: 19.09.95

Resum

En aquest treball s'analitza des del punt de vista de la successió ecològica l'estructura demogràfica, la producció i el vigor de la població de *Pinus sylvestris* que cobreix les parts altes del bosc de Poblet (Muntanyes de Prades, Serralada Prelitoral catalana). L'edat dels arbres revela que formen una sola cohort que va començar a envair la zona al voltant del 1848, cosa que denota la forta pertorbació a què devia ser sotmès el bosc pel temps de la desamortització (1835). L'absència de regeneració de *P. sylvestris* i la seva producció i vigor extremament baixos suggereixen que la població d'aquesta espècie, malgrat ser la que ara domina el paisatge, es troba en una clara fase de decadència i es pot preveure la seva pròxima substitució per una ja abundant regeneració de *Quercus ilex* i *Q. pyrenaica*, tolerants a l'ombra. A través de les sèries de creixements anuals dels arbres i de les distribucions d'edat i de diàmetres s'evidencien les diferents fases de desenvolupament per les quals ha passat el bosc,

condicionades per la interacció entre la mateixa dinàmica de la vegetació i les diferents actuacions de l'home. Finalment, el fet que un sol episodi de pertorbació permeti l'establiment i la persistència d'una pineda durant cent cinquanta anys o més és una dada d'interès més enllà de l'entorn estricte de les Muntanyes de Prades i que pot servir per interpretar bona part del paisatge mediterrani actual de Catalunya.

MOTS CLAU: Successió, dinàmica de la vegetació mediterrània, dendroecologia, *Pinus sylvestris*, productivitat forestal, estructura d'edat, Muntanyes de Prades.

Abstract

Notes on the past, present and future of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests of the Prades mountains: Results from a dendroecological study.

The demographic structure, primary production and tree vigor of the population of *Pinus sylvestris* covering the upper slopes of the

*Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona. Av. de la Diagonal, 645. E-08028 Barcelona.

Poblet forest (Prades mountains, in the pre-coastal Catalan range) is analyzed from a successional point of view. Tree ages reveal that they form a single cohort which started invading the site by 1848, thus indicating a severe disturbance period probably related to the 1835 disentanglement law. The lack of regeneration of *P. sylvestris* and the extremely low production and vigor of adult pine trees suggest that the population of this species, although now dominant in the landscape, is actually undergoing a clear decline, and its replacement by two shade-tolerant species (*Quercus ilex* and *Q. pyrenaica*), now abundant in the understory, can be predicted to occur soon. The ring-width series of sampled trees and their age and size distributions indicate the different development stages undergone by the forest, which are a reflection of the interaction between the natural dynamics of the vegetation and the different types of human intervention. Finally, the knowledge that a single disturbance episode allows a pine population to establish and persist for at least 150 years may be of interest not only for the Prades mountains, and it may help in the interpretation of most of the present mediterranean landscape of Catalonia.

KEYWORDS: Succession, dynamics of the mediterranean vegetation, dendroecology, *Pinus sylvestris*, forest productivity, age structure, Prades mountains.

Resumen

Notas sobre el pasado, el presente y el futuro de los pinares de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) de las Montañas de Prades: resultados de un estudio dendroecológico.

En el presente trabajo se analiza desde el punto de vista de la sucesión ecológica la estructura demográfica, la producción y el vigor de la población de *Pinus sylvestris* que cubre la parte alta del bosque de Poblet (Montañas de Prades, cordillera prelitoral catalana). La edad de los árboles revela que constituyen una única cohorte que empezó a invadir la zona alrededor del año 1848, hecho que denota la

fuerte perturbación a la que debía estar sometido el bosque después de la desamortización (1835). La ausencia de regeneración de *P. sylvestris* así como su producción y vigor extremadamente bajos sugieren que la población de dicha especie, a pesar de ser la que hoy domina el paisaje, se encuentra en una clara fase de decadencia y puede preverse su próxima sustitución por parte de la ya abundante regeneración de *Quercus ilex* y *Q. pyrenaica*, tolerantes a la sombra. A través de las series de crecimientos anuales de los árboles y de las distribuciones de edad y diámetro se ponen de manifiesto las distintas fases de desarrollo por las que ha transcurrido el bosque, condicionadas por la interacción entre la propia dinámica de la vegetación y las diferentes actuaciones del hombre.

Finalmente, el hecho de que un único episodio de perturbación haya propiciado el establecimiento y la persistencia de una población de pinos durante 150 años o más es un dato cuyo interés va más allá del estricto entorno de las Montañas de Prades y puede ser útil para interpretar buena parte del paisaje mediterráneo actual de Cataluña.

Palabras clave: Sucesión, dinámica de la vegetación mediterránea, dendroecología, *Pinus sylvestris*, productividad forestal, estructura de edad, Montañas de Prades.

Introducció

Les Muntanyes de Prades, massís situat a la Serralada Prelitoral Catalana, amb un clima mediterrani característic i amb diferents formacions vegetals en diferents estats (terra baixa i muntanya mitjana), constitueixen junt amb altres serres pròximes una veritable illa de vegetació mediterrània relativament salvatge enmig d'un paisatge humanitzat, eminentment agrícola. Això hi ha estimulat ja de fa anys els estudis florístics, ecològics i ecofisiològics (FOLCH & VELASCO, 1978; ESCARRÉ *et al.*, 1987; GUTIÉRREZ, 1989; LLEDÓ, 1990; PIÑOL, 1990; SALA, 1992; SABATÉ, 1993). Però

l'absència de perturbacions antropogèniques sobre la vegetació durant les darreres dècades en diverses àrees del massís ens brinda, a més, una oportunitat especial de fer estudis en el camp de la dinàmica temporal de la vegetació i del paisatge, és a dir, en el camp de la successió ecològica.

Dins del concepte de successió actualment ja s'admet de forma implícita la seva indissociabilitat respecte del concepte de perturbació (MARGALEF, 1991). Les perturbacions en els sistemes naturals són tan antigues com aquests. Es pot dir que tot ecosistema va associat a un determinat règim de perturbació, el qual controla en gran manera les poblacions que l'integren i en condiciona així la composició específica i l'estructura del paisatge al llarg del temps. Aquesta visió s'ha nodrit en gran part d'estudis realitzats en boscos de les zones temperades, ja que tant l'estructura d'edat dels arbres com l'efecte que hi tenen les perturbacions són informacions que queden guardades als anells de creixement i a la distribució espacial dels individus, informacions que podem extreure i interpretar posteriorment.

Les pinedes de les Muntanyes de Prades presenten aquestes propietats perquè els pins solen formar anells anuals datables, mentre que altres espècies pròpies de la zona, com *Quercus ilex*, solen comportar molta més incertesa en la determinació de l'edat i la interpretació dels anells.

Els resultats que es presenten en aquest treball tenen caràcter orientatiu i cal que els considerem dins d'uns marges de confiança bastant amplis, atès que han estat elaborats a partir d'un volum petit de dades i de mostres obtingudes en un curs pràctic d'ecologia forestal. L'objectiu d'aquest curs, de caràcter divulgatiu, no era, per tant, recollir un conjunt de dades extensiu i estadísticament sòlid sobre el bosc de

Poblet, però malgrat tot els resultats són prou suggeridors per ser publicats regularment, si bé tenint en compte les limitacions damunt dites.

La finalitat concreta del treball fou obtenir dades de l'estructura demogràfica del bosc (edats i diàmetres) i avaluar els clàssics paràmetres ecològics macroscòpics de la població de *Pinus sylvestris* –dominant– de la localitat (biomassa, producció, taxa de renovació, índex foliar...) per tal de fer-ne una interpretació sobretot des del punt de vista successional.

D'altra banda, la informació continguda en els anells de creixement dels arbres ha permès complementar el treball en l'aspecte històric. L'anàlisi d'aquesta informació aporta dades sobre el règim de perturbació a què ha estat sotmès el bosc en el passat, concepte que inclou naturalment la gestió o l'ús que se n'ha fet.

1. Localitat estudiada i mètodes

1.1. Metodologia de camp

Per a aquest estudi es va delimitar una parcel·la quadrada de 20 m de costat dins del bosc situat a 900 m d'altitud a la capçalera del barranc del Titllar, al vessant nord-oest del Serrat de la Pedrera (les coordenades aproximades són 41° 20' N 4° 42' E). Aquest indret, inclòs dins l'anomenat Bosc de Poblet (antigament propietat del monestir de Poblet), és un terreny pendent (25° d'inclinació) i de sòl prim i pedregós. El bosc presenta un estrat arbori superior compost exclusivament de *Pinus sylvestris*, però existeix un estrat arbori inferior o arbustiu alt integrat bàsicament per alzina (*Quercus ilex*) i roure reboll (*Quercus pyrenaica*) a més d'altres espècies en menys proporció, com per exemple el grèvol (*Ilex aquifolium*). L'aspecte, la densitat i la

composició del bosc són aproximadament homogenis en una extensió considerable al voltant del lloc on es va situar la parcel·la.

Dins d'aquesta es van inventariar tots els arbres que arribaven com a mínim a una alçària d'1,30 m, tot anotant-ne l'espècie i el diàmetre normal (diàmetre a 1,30 m).

A continuació, es van establir classes diamètriques de 5 cm d'amplitud (0-5, 5-10, 10-15 cm, etc.). D'entre la població de pi roig present dins la parcel·la es va seleccionar per cada classe diamètrica un individu per utilitzar-lo com a representant de la classe –6 arbres en total– amb vista als càlculs de biomassa, producció i aspectes afins. D'aquests arbres, a més de les diverses mesures (alçària, gruix d'escorça) se'n van extreure dos testimonis radials de fusta mitjançant una barrina buida Pressler. En cada cas, el primer testimoni es va extreure de la base de l'arbre, tot intentant que n'incloqués la medul·la, per determinar-ne l'edat. I el segon, extret a l'alçària normal (1,30 m), es va utilitzar per mesurar el gruix de l'albeca o fusta viva i el creixement anual de l'arbre, que a la base normalment és molt distorsionat.

Finalment es van localitzar, fora de la parcel·la, dos pins morts de diferents mides que es van utilitzar per establir la relació entre el diàmetre normal i el coeficient de forma, relació que és emprada en el càlcul de la biomassa i la producció de cada arbre.

1.2. Datació dels testimonis de creixement

Tots els testimonis del creixement dels arbres van ser preparats per a l'observació sota la lupa binocular i se'n va fer la datació absoluta de tots els seus anells segons els mètodes bàsics de la interdatació dendrocronològica (STOKES & SMILEY, 1968; SWETNAM *et al.*, 1985). Mitjançant aquesta tècnica es coneix quin és l'any exacte de

calendari en què s'ha format cada anell, les característiques del qual permeten aleshores inferir unes certes condicions ambientals i esdeveniments concrets que s'hi donaren (FRITTS, 1976; FRITTS & SWETNAM, 1989). Així, en els testimonis extrets de la base, l'any de germinació s'obté per datació de la medul·la. En els casos en què aquesta no queda recollida en la mostra, s'obté una estimació de l'any de germinació.

Pel que fa als testimonis extrets a 1,30 m de la base, la interdatació va permetre situar correctament en el temps el creixement radial dels arbres. Això va fer que s'evitessin errors importants d'estimació tant de l'edat com del creixement pel que fa a un dels arbres, que durant els darrers 20 anys no havia format cap anell de creixement, fet que té una certa importància amb vista a les conclusions de l'estudi.

1.3. Estimació de la biomassa i la producció

D'una altra part es va calcular la biomassa de fusta i d'escorça del tronc corresponent als arbres mostrejats i a l'extrapolació a una hectàrea. Per això es va utilitzar el procediment habitual basat en l'anàlisi dimensional (WHITTAKER & WOODWELL, 1975) sense calcular, però, la biomassa de les branques.

La biomassa de fulles en la parcel·la i per hectàrea es va calcular a partir de l'àrea de secció transversal d'albeca, evidenciada en els testimonis radials, tot fent ús de l'equació $-AF = 0,20 \cdot AA^{0,87}$ –obtinguda per BARRANTES (1989) en un estudi de la mateixa zona. Aquesta equació permet estimar, per a un arbre o per a un conjunt d'arbres, la seva superfície foliar projectada (AF, en m²) a partir de la seva superfície d'albeca (AA, en cm²) en una secció transversal del tronc a 1,30 m. L'àrea foliar es pot convertir aleshores en biomassa a través de l'índex

mitjà d'esclerofília del pi roig (0,26 mg mm⁻²).

La superfície foliar deduïda per a la parcel·la es va utilitzar també per a calcular l'índex foliar (LAI).

La producció es va estimar únicament pel que fa al tronc durant el període 1983-1992. El mètode va ser també l'habitual en tècnica forestal, que es basa en el fet de calcular el volum de cada arbre en el passat utilitzant el gruix dels anells de creixement i aleshores obtenir la diferència respecte del volum actual.

2. Resultats i discussió

2.1. Estructura de grandàries i d'edats

La densitat del bosc és, incloent totes les espècies arbòries, de 950 indiv./Ha majors de 5 cm de diàmetre normal, i de 400 indiv./Ha majors de 10 cm.

El pi roig és l'única espècie que integra l'estrat superior, amb 250 indiv./Ha majors de 10 cm, una densitat francament baixa, i una àrea basal de 18,8 m²/Ha. En canvi, és pràcticament absent en les classes de grandària menors de 10 cm, on només són pins l'1,7 % dels individus davant del 98,3 % d'altres espècies, principalment *Quercus ilex* i *Q. pyrenaica*, amb 1.450 indiv./Ha. Hi ha, doncs, una clara segregació entre el pi roig i les altres espècies pel que fa a les dimensions dels individus. L'estructura de grandàries dels arbres (fig. 1) posa de manifest aquest aspecte i dos més de fonamentals: d'una banda, la població de pi roig presenta un rang de grandàries molt gran, des del moment que cobreix gairebé totes les classes diamètriques entre 5 i 55 cm, cosa que podria induir a l'error de creure que el rang d'edats també és ampli i que per tant s'hi ha produït una certa regeneració al llarg del temps. Però d'altra banda s'observa

un ajust força bo de la distribució (llevat del terç dret) a un model exponencial negatiu, fet que pot ser indicatiu d'un procés de regeneració contínua en el qual, en cas de ser cert, el pi roig tindria una participació pràcticament nul·la.

La distribució d'edats dels individus de *P. sylvestris* (fig. 2) i la manca de relació entre l'edat i el diàmetre (fig. 3) són característiques d'una població monocohort que no ha donat lloc a regeneració de la mateixa espècie i en la qual els arbres, malgrat ser d'edat similar, han anat accentuant les seves diferències de grandària al llarg de la seva vida. L'edat dels arbres també revela que aquesta cohort única s'instal·là aproximadament a partir del 1848, precisament pocs anys després de la desamortització o venda de les terres del monestir de Poblet, a qui pertanyia la zona estudiada.

Atès que no es disposa de dades de l'estructura d'edat de les alzines i dels roures que hi ha no es pot assegurar que es tracti d'una regeneració contínua, si bé el caràcter tolerant a l'ombra dels plançons i joves d'aquestes espècies també abona aquesta hipòtesi com a més probable.

2.2. Biomassa, producció

Els valors de biomassa, producció i taxes de renovació es mostren a la taula 1. Aquestes dades aporten força informació sobre l'estat del bosc i la seva dinàmica, informació que abunda en la línia del que ja s'observa en l'estructura demogràfica.

La biomassa total, que incloent la de les branques probablement se situaria entre 130 i 140 Mg Ha⁻¹, és un valor dins del rang normal pel que fa a les pinedes de pi roig del país en general, però és un valor baix si tenim en compte l'edat de la població i el fet que no hagi estat explotada durant les

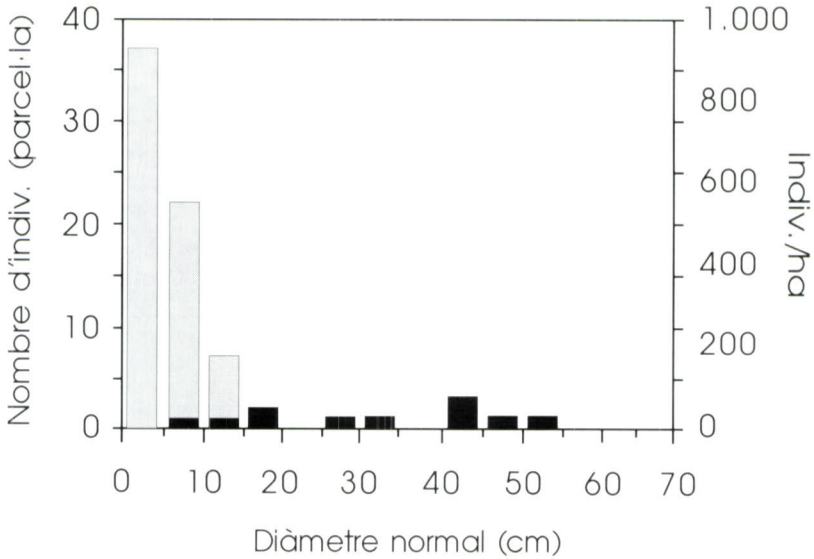


FIG. 1 Distribució del diàmetre dels arbres de la parcel·la. S'hi distingeixen els pins (negre) de les altres espècies (tramet). L'eix vertical mostra a l'esquerra el nombre d'individus en la parcel·la, i a la dreta el nombre extrapolat a una hectàrea.

Diameter distribution of trees within the plot. Pines are represented by black bars, other species by striped bars. The vertical axis on the left shows the original tree count, whereas the right axis shows tree numbers per hectare.

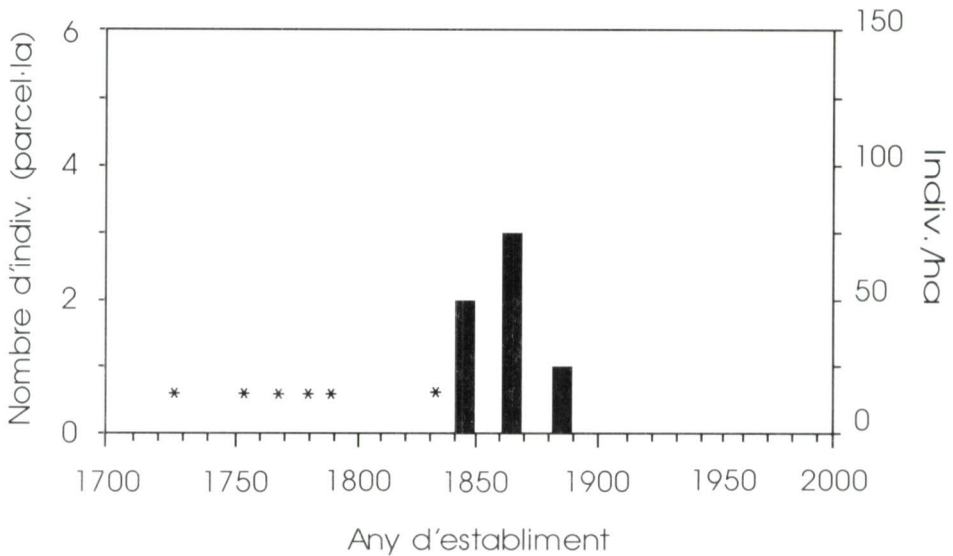


FIG. 2 Distribució de l'edat dels pins de la parcel·la, expressada segons el seu any d'establiment. Els asteriscos representen les dates dels fets històrics documentats relacionats amb el bosc.

Age distribution of pines within the plot (age expressed as establishment year). Asterisks indicate dates of documented historical events related to the forest.

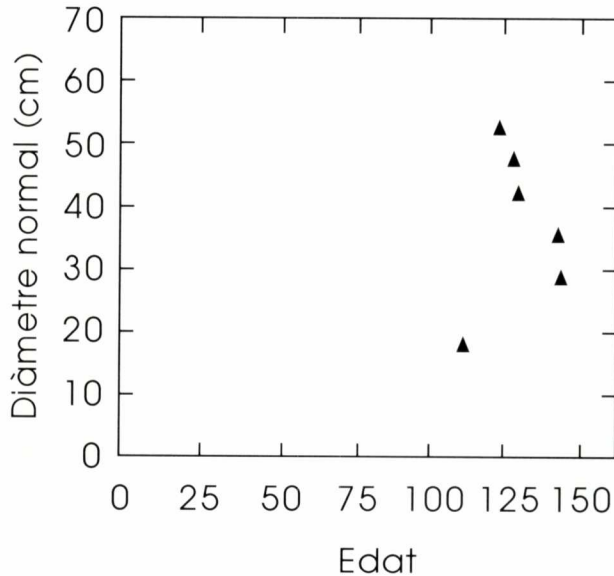


FIG. 3 Relació entre l'edat i el diàmetre normal per als sis pins dels quals es va determinar l'edat.

Relationship between age and dbh of the 6 pine trees for which age was determined.

darreres dècades. La causa d'això probablement s'ha de buscar en la seva proximitat al límit altitudinal inferior de l'espècie, que imposaria limitacions al creixement, o també en la possibilitat que ja s'hagi produït una certa mortalitat en aquesta població anteriorment.

La producció i la taxa de renovació, tot i no tenir-hi en compte les branques ni les fulles, són sens dubte valors extremament baixos, tant en el context de les pinedes de pi roig com a una escala més global: es tracta d'un valor de producció inferior al valor mitjà de producció del matoll desèrtic (vegeu a més el creixement radial mitjà dels arbres a la taula 2). Una producció tan baixa que suporta una biomassa de valor normal òbviament resulta en una taxa de renovació, o productivitat, baixíssima: entre cinc i deu cops inferior al normal per a aquest tipus de vegetació.

L'índex foliar, de $0,91 \text{ m}^2/\text{m}^2$, no és, en canvi, clarament més baix del normal per a aquestes pinedes, que solen tenir valors de LAI poc superiors a 1 en el nostre àmbit geogràfic –malgrat tot, és un valor relativament baix si considerem, com en el cas de la biomassa total, que la població no ha estat objecte d'aclarides o de tècniques silvícoles semblants–. Conseqüentment, la producció extremament baixa relativa a una superfície foliar propera a la normal demostra l'extraordinària ineficàcia d'aquesta darrera en l'ús dels recursos (aigua i nutrients) disponibles.

Aquesta producció i eficiència en el creixement tan baixes no són atribuïbles als factors ambientals locals, sinó que han de ser conseqüència de la pròpia dinàmica de la població de *P. sylvestris* i de la seva interacció amb la població emergent d'altres espècies.

TAULA 1. Valors globals i per compartiments de la biomassa, producció i taxes de renovació de la població de *Pinus sylvestris*. La producció és la mitjana dels 10 anys (del 1983 al 1992). Les taxes de renovació (P/B) s'han calculat utilitzant la producció mitjana anual del període 1983-1992 i la biomassa corresponent al 1988.
(*) En la biomassa total s'ha de tenir en compte que no hi ha la de les branques.

Biomass, primary production and renovation rates of the pine population: global values and by compartments. Production is the ten-year average (1983 thru 1992). Renovation rates (P/B) were calculated using the mean annual production of the 1983-1992 interval and the biomass value of 1988.
(*) Total biomass does not include branches.

	Biomassa (Mg Ha ⁻¹)	Producció (Mg Ha ⁻¹ any ⁻¹)	P/B (any ⁻¹)
Fusta	92,3	0,576	0,0065
Escorça	22,4	0,110	0,0054
Total tronc	114,7	0,686	0,0063
Fulles	2,4	—	—
TOTAL*	117,1	—	—

TAULA 2. Mesura del creixement radial anual mitjà (en mil·límetres) dels arbres estudiats durant el període 1983-1992.
Mean annual radial growth of sampled trees (in millimetres) for the period 1983-1992.

Arbre núm.	Creixement 1983-1992
28	0,000
37	0,241
55	0,459
42	0,348
60	0,638
16	0,412
Mitjana	0,350

Si l'estructura d'edats (fig. 2) ja posava de manifest que els pins formen una cohort envellida i sense regeneració, les dades de producció, taxa de renovació i LAI demostren, a més, que aquest envelliment és molt avançat i que la població es troba irreversiblement en una etapa que es podria qualificar de pre-terminal. El baix vigor dels

arbres (sinònim d'eficiència en el creixement, en el sentit de WARING, 1983: producció/àrea foliar) els fa clarament susceptibles davant de qualsevol conjunt de circumstàncies desfavorables com una sequera forta i prolongada, un atac d'insectes o de fongs, etc. Aquestes circumstàncies, que no són improbables, hi

podrien causar un increment de la mortalitat molt més notable que en una població més vigorosa, degut a la manca de defenses i de capacitat de resposta que cal esperar en una situació com la descrita (WARING & PITMAN, 1985; OLIVER & LARSON, 1990).

És raonable suposar, d'altra banda, que en aquesta pèrdua de vigor o d'eficiència de la població de pins té un paper destacat la notable regeneració avançada¹ d'alzines i de roures. Aquestes espècies, que tenen més eficiència en l'ús de l'aigua i dels nutrients i per tant més capacitat per competir-hi, tot i trobar-se ara sota el nivell de la capçada dels pins probablement estan exercint sobre aquests una forta competència pel que fa als recursos. A favor d'aquesta hipòtesi hi ha valors de LAI al voltant de 4,6 mesurats a l'alzinar en zones molt properes a la localitat d'aquest estudi i a la mateixa altitud (SALA, 1993). Això significa que malgrat que la capçada dels pins intercepta primer la llum, el seu LAI inferior a 1 en deixa passar una fracció prou important com perquè l'estrat inferior, d'alzines i roures amb un LAI més eficient i probablement més alt, capitalitzi la major part de l'energia incident i per tant tingui el control majoritari dels recursos.

Tot apunta, doncs, al fet que en aquesta localitat s'està produint una clara substitució de la pineda de *P. sylvestris* per un bosc mixt de *Q. ilex* i *Q. pyrenaica*. L'aspecte extern del bosc i la seva distribució de mides i de biomassa entre les diferents espècies són aspectes que integren en gran manera el passat del bosc, i per això poden emmascarar aquest procés de substitució que, des del punt de vista ecofisiològic i de l'estructura d'edat, ja és un fet.

Aquest procés de successió es pot veure fins i tot accelerat o afavorit per una pertorbació de baixa intensitat que incrementi la mortalitat de la cohort dominant en la volta, com han proposat alguns autors de forma general (LORIMER, 1980; GLITZENSTEIN *et al.*, 1986). En canvi, cosa que tampoc no és descartable, unes certes pertorbacions d'elevada intensitat permetrien probablement l'aparició d'una nova cohort de *P. sylvestris*.

2.3. Aspectes històrics

A l'estructura d'edat del bosc es pot veure amb facilitat que aproximadament el 1848 el pi roig, comportant-se clarament com una espècie pionera i heliòfila, va començar a envair el lloc i ho va fer generant i establint una cohort dominant en el termini d'uns 20 anys. Tingui's en compte que, si bé l'amplitud de la cohort és més gran, l'arbre més jove ha crescut en un clar desavantatge, reflectit en la seva taxa de creixement (taula 2). Aquesta invasió de *Pinus sylvestris* revela, sens dubte, l'estat fortament pertorbat en què s'havia de trobar la vegetació en aquell moment al lloc estudiat.

No es pot precisar la naturalesa de la pertorbació causant d'aquesta invasió, com tampoc no es pot descartar la prèvia presència de *P. sylvestris*. Malgrat tot, la densa regeneració actual de *Quercus ilex* i *Q. pyrenaica* fa pensar que aquestes havien estat les espècies prèviament presents en algun moment. En aquest cas, el foc no hauria estat suficient per provocar una substitució d'aquestes espècies en favor del pi. Sembla clar, doncs, que per explicar aquest fenomen cal recórrer a algun tipus de pertorbació més destructiva, probablement una intervenció humana molt agressiva (rompuda, pastura intensiva, o qualsevol de les dues combinada amb foc).

¹ Terme utilitzat habitualment en els textos sobre ecologia forestal per designar la regeneració d'espècies tolerants a l'ombra que es produeix sota la volta del bosc, és a dir, sense que prèviament s'hagi obert una clariana.

Les dades històriques de què disposem sobre el bosc de Poblet reforcen aquesta hipòtesi i ajuden a comprendre les causes de la invasió de *P. sylvestris*. Naturalment, és impossible conèixer què va passar exactament al lloc precís d'aquest estudi, però la informació històrica disponible dóna una idea clara i detallada del context socioeconòmic en què estava immers el bosc com a recurs imprescindible (GRAU & PUIG, 1990).

La pressió humana sobre la massa forestal de les Muntanyes de Prades va augmentar considerablement durant la segona meitat del segle XVIII, i sobretot al final, com a conseqüència tant de l'augment demogràfic dels pobles més propers (Montblanc, l'Espluga de Francolí i Vimbodí sumaven aproximadament 8.000 habitants cap a l'any 1800) com de la seva creixent activitat artesanal i industrial. Aquesta pressió, però, ja venia de lluny i no sempre havia consistit només en l'extracció de fusta i de llenya: se sap, per exemple, que durant la Guerra dels Segadors, al segle anterior, s'havien cremat les Muntanyes de Prades com a part d'una estratègia militar de pràctica ben comuna, històricament, en tots els episodis bèl·lics.

La creixent necessitat de llenya i de carbó i de terres de cultiu i de pastura, durant el segle XVIII, forçosament es va traduir en una intensa pertorbació dels boscos que aleshores eren propietat del monestir de Poblet. Es coneixen alguns fets que il·lustren aquesta situació gràcies a les denúncies i als documents judicials que van generar. Tanmateix, és lògic pensar que la major part de la pressió humana sobre el bosc no deixava cap rastre documental. Alguns d'aquests fets (assenyalats amb asteriscos a la fig. 2) són els següents:

1728: tala de 500 pins del bosc de Poblet.

1755: extracció d'unes 7.000 càrregues de llenya del bosc de Poblet. De fet es creu que

això devia ser freqüent: es calcula que l'esmentada quantitat de llenya devia solucionar només el consum domèstic d'un any a Montblanc.

1768, 1780, 1791: diferents episodis de repartiment de terres de propietat del monestir entre la població dels pobles veïns. Primeres rompudes documentades al Titllar, on en alguns casos es van plantar vinyes i arbres fruiters.

1835: llei de desamortització. Expulsió de la comunitat del monestir i expropiació i venda de les seves terres, inclòs el bosc de Poblet, promoguda per l'Estat.

Sembla clar, doncs, que l'acció humana sobre el bosc va fer un salt qualitatiu en aquesta època. És probable que la pastura de ramats dins del bosc, l'incendi o la rompuda de terrenys, fins i tot elevats, fossin esdeveniments freqüents i generalitzats, especialment just després de la desamortització, moment en què el bosc deixa de ser propietat del monestir i les limitacions legals i fàctiques que això suposava per l'ús del bosc desapareixen. Sembla ser que fins i tot es van produir diferents conflictes violents, actes de revenja i de pillatge en la disputa entre els diferents pobles per la terra i per l'ús del bosc (J. FELIP, com. pers.; J.M.T. GRAU, com. pers.).

Si bé per aquest període immediatament posterior a la llei de desamortització encara no es coneixen amb detall les actuacions concretes realitzades al bosc, hi ha prou dades històriques per pensar que efectivament la localitat de l'estudi es devia trobar fortament pertorbada després del 1835. Malgrat tot, la intensitat de pertorbació va haver de disminuir dràsticament al cap de poc temps, ja que altrament la població de *P. sylvestris* no s'hi hauria pogut establir com ho va fer. Probablement, la mala qualitat del terreny (pendent i de sòl prim i molt pedregós) va fer que s'hi abandonessin

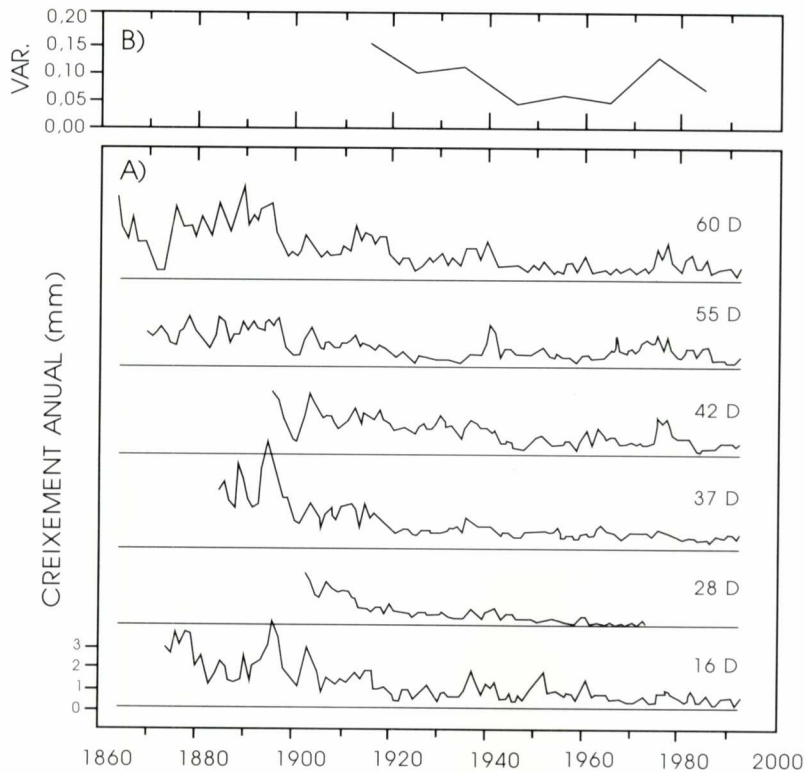


FIG. 4. A) Sèries del creixement anual dels arbres mostrejats. L'escala, en mil·límetres, és igual per a tots. B) Sèrie de variància de les taxes de creixement radial (un valor de variància per dècada), calculada per al període comú a tots els arbres.

A) Ring-width series of sample trees (the scale is in millimetres and starts at zero in every case). B) Series of variance (one value per decade) of the radial growth rates for the period common to all trees.

les activitats més agressives, si bé s'hi devien mantenir l'extracció de llenya de pi i del sotabosc. El creixement relativament ràpid dels pins fins aproximadament el 1900 (fig. 4A) suggereix que el bosc continuava essent poc dens, relativament obert, probablement per efecte d'aquestes activitats. No obstant això, entre el 1900 i el 1920 la pineda es devia anar tancant, tal com ho indica la disminució progressiva i simultània del creixement de tots els arbres en aquest període (fig. 4A), al mateix temps que l'existència d'una elevada variància en

les seves taxes de creixement (fig. 4B), símptoma de competència (MOHLER *et al.*, 1978). Això no indica, però, que en aquesta època es deixés d'extreure llenya del bosc. L'aprofitament de la zona per a llenya i carbó va continuar fins cap a l'any 1950 (LLEDÓ, 1990), fet que explica que els roures i les alzines que avui s'hi troben encara tinguin unes dimensions força reduïdes.

Un darrer aspecte que es pot concloure partint de les sèries de creixement radial (fig. 4A), si bé restringint-ho a la parcel·la

estudiada i al seu entorn immediat, és que el bosc no ha estat objecte de tales o aclarides durant aquest segle. L'absència d'augment bruscos i pronunciats del creixement en els arbres avui vius és una prova del fet que en el seu entorn no es va produir la mort brusca de cap arbre durant l'esmentat període.

Conclusions

Malgrat les limitacions de partida d'aquest treball pel baix nombre de dades i la petita extensió de bosc estudiada, tots els resultats tenen una gran consistència i sentit. D'entrada, destaca la seva coherència respecte dels models conceptuals de successió i desenvolupament dels boscos en zones temperades proposats per OLIVER (1981) i per PEET & CHRISTENSEN (1987). Aquests distingeixen diverses etapes en la successió per les quals efectivament el bosc en qüestió ha passat o passa actualment.

L'abandó relatiu del terreny després d'un període inicial d'intensa pertorbació antropogènica va facilitar l'entrada d'una cohort de *Pinus sylvestris*. Els individus establerts van créixer lliures de competència fins al 1900 o 1910. Aquesta primera etapa és la fase d'iniciació. Entre el 1900 i el 1920 es devia anar tancant la volta, i s'iniciava una segona fase, la d'autoaclarida o d'exclusió, durant la qual es produiria una diferenciació entre els individus pel que fa a les seves taxes de creixement (fig. 4B) per efecte de la competència, que accentuaria les diferències de grandària entre els individus.

Posteriorment, va començar a aparèixer regeneració avançada d'espècies tolerants a l'ombra (*Quercus ilex* i *Q. pyrenaica*) sota la volta de l'espècie pionera (*Pinus sylvestris*). Aquest fet, facilitat per un

abandó de les activitats de carboneig i d'allenyament, representa una nova etapa de desenvolupament, anomenada de *reiniciació sota la volta*, en la qual la competència ja no és el procés principal en la cohort dominant (ho corrobora la disminució de la variància de les seves taxes de creixement, a la fig. 4B): els arbres comencen a trobar altres limitacions, segurament derivades de les seves dimensions ja notòries i també de la presència de regeneració avançada. Aquesta nova situació suposa una major susceptibilitat i menor resistència dels arbres davant d'agents externs, situació de veritable envelliment de la cohort inicial i de progressiva presa del «relleu» de l'esmentada regeneració.

El bosc es troba actualment en aquesta darrera etapa. L'absència d'arbres amb una taxa de creixement alta la diferencia de l'etapa anterior (el nou augment de la variància en les taxes de creixement (fig. 4B) és motivat per la senescència d'alguns dels arbres). Ens trobem, doncs, a les portes d'una fase de transició en el sentit de PEET & CHRISTENSEN (1987), que es caracteritzaria per un probable augment de la mortalitat dels arbres adults per efecte d'agents externs. Aquest procés duria, en les properes dècades, a una progressiva substitució del pi roig per les espècies de l'actual regeneració avançada, llevat que una nova pertorbació de gran intensitat tornés el bosc a les etapes inicials.

Des d'una perspectiva ecològica més àmplia, l'existència d'un període d'intensa pertorbació a mitjans del segle XIX i el subsegüent desenvolupament del bosc paral·lelament a la continuació d'activitats d'explotació són factors decisius a l'hora d'interpretar la riquesa florística actual de l'esmentat bosc.

D'altra banda, es poden treure algunes conclusions més enllà dels resultats estrictes

d'aquest treball. En primer lloc s'evidencia que l'estudi de l'estructura d'edat i de les sèries de creixements anuals dels arbres revela una gran quantitat d'informació ecològica que, a més, és datada; és a dir, que permet fer un seguiment amb precisió temporal de la successió. Aquest seguiment, en segon lloc, demostra en el cas concret d'aquest treball que una pertorbació de gran intensitat és suficient perquè la pineda encara domini el paisatge 150 anys més tard. Aquesta dada, a part del seu possible interès pràctic en prediccions d'evolució del paisatge, gestió, etc., pot ajudar a entendre quina seria la importància relativa de les pinedes en un paisatge lliure de pertorbacions antropogèniques i quines serien les oportunitats per a les espècies pioneres com el pi roig (o altres) de subsistir en el paisatge.

Cal fer també una darrera observació. L'abandó de terres pertorbades per activitats agrícoles o ramaderes i la seva progressiva colonització per espècies arbòries ha estat un fenomen molt freqüent i estès a Catalunya durant els segles XIX i XX. L'estadi de successió en què es troba el bosc estudiat, proper a la substitució de l'espècie dominant, il·lustra el que succeeix o pot succeir en molts altres boscos. No obstant això, probablement una manca d'educació ambiental i un excés de desinformació fan que, malauradament, avui dia part de l'opinió pública confongui la regeneració avançada de determinades espècies dins les pinedes amb un sotabosc nociu i afavoridor de l'incendi forestal. La supressió d'aquesta regeneració sens dubte retarda la successió, efecte que clarament ha tingut el carboneig i l'allenyament en la zona estudiada per a aquest treball.

Agraïments

Dec el meu sincer agraïment a la Institució Catalana d'Història Natural per haver volgut organitzar el curs «Ecologia forestal: estructura i dinàmica del bosc» i per tota l'ajuda que hi han prestat especialment la de Xavier Oliver, Mar Oliver i Isabel Munujos. Agraïco també a tots els assistents al curs l'obtenció de les dades, i a Joan Josep Ibáñez la facilitació d'altres dades complementàries. Finalment dec un agraïment especial a Jaume Felip, Josep Maria Grau i Roser Puig per la informació històrica facilitada i per l'ajuda i l'interès per aquest treball.

Bibliografia

- BARRANTES, O. 1989. *Índice foliar, transporte de agua y estructura mecánica en Pinus sylvestris*. Tesi de master, IAMZ, Zaragoza.
- ESCARRÉ, A.; FERRÉS, LL.; LÓPEZ, R.; MARTÍN, J.; RODÀ, F. & TERRADAS, J. 1987. Nutrient use strategy by evergreen-oak (*Quercus ilex* ssp. *ilex*) in NE Spain. In: *Plant Responses to Stress. Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems* (Tenhunen, J.D.; Catarino, F.M.; Lange, O.L. & Oechel, W.C. Eds.). NATO ASI Ser. Vol. G15. Springer-Verlag. Berlin.
- FOLCH, R. & VELASCO, E. 1978. Dades cartogràfiques per a l'estudi de la vegetació de les Muntanyes de Prades. In: *Actes de la XVII Assemblea Intercomarcal d'Estudiosos*. L'Espluga de Francolí. Ed. Barcino, Barcelona.
- FRITTS, H.C. 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London.
- FRITTS, H.C. & SWETNAM, T.W. 1989. Dendroecology: A Tool for Evaluating Variations in Past and Present Forest Environments. *Advances in Ecological Research*, 19: 111-188.
- GLITZENSTEIN, J.S., HARCOTMBE, P.A. & STRENG, D.R. 1986. Disturbance, succession, and maintenance of species diversity in an East Texas forest. *Ecological Monographs*, 56: 243-258.
- GRAU, J.M. & PUIG, R. 1990. *L'aprofitament del bosc a l'època moderna (la Conca de Barberà, s. XVIII)*. Rafael Dalmau Ed., Barcelona.
- GUTIÉRREZ, E. 1989. Dendroclimatological study of *Pinus sylvestris* L. in southern Catalonia (Spain). *Tree-Ring Bulletin*, 49: 1-9.

- LLEDÓ, M.J. 1990. Compartiments y flujos biogeoquímicos en una cuenca de encinar del Monte Poblet. Tesi doctoral, Univ. d'Alacant.
- LORIMER, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest. *Ecology*, 61: 1169-1184.
- MARGALEF, R. 1991. *Teoría de los sistemas ecológicos*. Publicacions de la Universitat de Barcelona, Barcelona.
- MOHLER, C.L.; MARKS, P.L. & SPRUGEL, D.G. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. *Journal of Ecology*, 66: 599-614.
- OLIVER, C.D. 1981. Forest development in North America following major disturbances. *Forest Ecology and Management*, 3: 153-168.
- OLIVER, C.D. & LARSON, B.C. 1990. *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill. New York.
- PEET, R.K. & CHRISTENSEN, N.L. 1987. Competition and tree death. *BioScience*, 37 (8): 586-595.
- PINOL, J. 1990. Hidrologia i biogeoquímica de conques forestades de les Muntanyes de Prades. Tesi doctoral, Univ. de Barcelona.
- SALA, A. 1992. Water relations, canopy structure, and canopy gas exchange in a *Quercus ilex* forest: Variation in time and space. Tesi doctoral, Univ. de Barcelona.
- SABATÉ, S. 1993. Estructura i contingut de nutrients a les capçades de *Quercus ilex* L. del bosc de les Muntanyes de Prades: Influència de les condicions naturals de creixement i efecte de manipulacions experimentals. Tesi doctoral, Univ. de Barcelona.
- STOKES, M.A. & SMILEY, T.L. 1968. *An Introduction to Tree-Ring Dating*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- SWETNAM, T.W., THOMPSON, M.A. & KENNEDY SUTHERLAND, E. 1985. Using Dendrochronology to Measure Radial Growth of Defoliated Trees. Agriculture Handbook no. 639, US Department of Agriculture, Forest Service, Washington DC, USA.
- WARING, R.H. & PITMAN, G.B. 1985. Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. *Ecology*, 66: 889-897.
- WARING, R.H. 1983. Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area. *Advances in Ecological Research*, 13: 327-354.
- WHITTAKER, R.H. & MARKS, P.L. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity. In: *Primary Productivity of the Biosphere* (Lieth, H. & Whittaker, R.H., Eds.). Springer-Verlag, New York Inc.