



**Diputació
Barcelona**
xarxa de municipis

Models silvícoles en boscos privats mediterranis

Col·lecció **Documents de Treball**

Models silvícoles en boscos privats mediterranis

Models silvícoles en boscos privats mediterranis

Col·lecció_ **Documents de Treball**

Serie_Territori, 5



**Diputació
Barcelona**
xarxa de municipis

© Diputació de Barcelona

Primera edició: abril de 2008

Disseny i producció: Direcció de Comunicació de la Diputació de Barcelona

Impressió: Arts Gràfiques Bobalà, SL

ISBN: 978-84-9803-271-0

Dipòsit legal: L-283-2008

Índex

1. Reflexions sobre la silvicultura mediterrània en boscos de propietat privada. <i>Joan Ignasi Castelló i Vidal</i>	7
2. Rendiments, costos i anàlisis econòmiques, tècniques i ambientals considerats en els models silvícoles que es presenten. <i>Agustí Busquets Martí</i>	17
3. Proposta de model silvícola per a suredes privades (<i>Quercus suber</i>). <i>Jaume Minguell Garriga</i>	25
4. Anàlisi del model per a suredes. <i>Miguel Elena Rosselló</i>	43
5. Proposta de model silvícola per a boscos privats d'alzina (<i>Quercus ilex</i>) i roure (<i>Q. humilis</i> , <i>Q. faginea</i> i <i>Q. cerrioides</i>). <i>Joan Carles Ángel i Hernández</i>	45
6. Propostes del model silvícola per a boscos de pi pinyer (<i>Pinus pinea</i>) en boscos privats. <i>Pablo Navascués Ramos</i>	61
7. Proposta de model silvícola per a boscos privats de pi roig. <i>Alba Ludevid Sanmartí</i>	79
8. Anàlisi de la proposta de model silvícola per a boscos de pi roig. <i>Álvaro Aunós Gómez</i>	103
9. Proposta de model silvícola per a boscos de pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>). <i>Sònia Llobet i Just</i>	109
10. Tractaments silvícoles en masses de regeneració natural de roure, alzina i pi blanc. <i>Lluís Serra i Solans</i>	145
11. Avaluació ecològica de diferents tractaments silvícoles de millora de la regeneració natural a zones afectades per incendis i sequeres extremes. <i>Josep Maria Espelta Morral, Xavier Arnan, Iraima Verkaik, Lidia Guitart</i>	151

Reflexions sobre la silvicultura mediterrània en boscos de propietat privada

Joan Ignasi Castelló i Vidal

Cap de l'Oficina Tècnica de Prevenció d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

El 1998, els ajuntaments afectats pels incendis forestals de la Catalunya central van sol·licitar a la Diputació de Barcelona suport per elaborar i executar un programa de restauració de les àrees cremades aquell any. Aquesta corporació, que, juntament amb els municipis i les Associacions de Defensa Forestal (ADF),¹ desenvolupava des de l'any 1987 un programa de redacció i execució de Plans Municipals de Prevenció d'Incendis Forestals, va aplicar aquesta experiència a la restauració comentada.

Aquesta aplicació va consistir bàsicament en la redacció i la gestió consensuada entre els ajuntaments, els propietaris forestals organitzats en associacions i la Diputació de Barcelona d'un pla de restauració i millora de les zones cremades. El pla va ser i és finançat, principalment, per la Diputació.

Els pilars d'aquest programa de restauració han estat:

- La participació dels ajuntaments, com a agents territorials responsables de l'ordenació territorial i la qualitat ambiental dels seus municipis;
- L'organització dels propietaris en associacions per intentar superar els problemes relacionats amb la divisió de la gestió als boscos mediterranis de baix rendiment, i
- La indispensable ajuda pública al finançament de la restauració i al desenvolupament tècnic dels projectes.

A pesar de les dificultats derivades de la manca de cultura associativa entre la propietat forestal; del predomini de les polítiques de planificació i gestió «finca per finca»; de la manca d'experiències tècniques adaptades a la realitat actual dels mercats, i dels límits dels pressupostos públics, el programa que comentem s'ha anat desenvolupant fins a planificar 40.000 hectàrees de superfície forestal cremada, associar el 60% d'aquesta superfície i executar treballs de restauració en més de 15.000 ha, amb una inversió, entre els anys 1999 i 2006, de 7.817.239 €. Actualment, hi ha tretze associacions, que agrupen 266 propietaris privats.

El resultat positiu d'aquestes experiències va animar alguns ajuntaments i propietaris a buscar l'ajuda de la Diputació de Barcelona per establir un programa als boscos no cremats, amb un objectiu central: assegurar la gestió dels boscos per millorar la capacitat

1. Les ADF són agrupacions voluntàries de propietaris i altres agents del territori, creades per la Llei Forestal de Catalunya de l'any 1988, que fan accions de prevenció i extinció dels incendis, amb el suport tècnic i econòmic de les administracions públiques i d'entitats particulars.

d'autodefensa de les masses forestals enfront dels incendis i racionalitzar i incrementar les rendes dels boscos particulars.

En enfocar aquest nou repte, ajuntaments, associacions de propietaris i Diputació de Barcelona van analitzar la situació dels boscos particulars mediterranis de Catalunya i van fer un diagnòstic que es pot resumir en els apartats següents:

- La recol·lecció o tallada de selecció diamètrica
- Cultures forestals tradicionals
- Valor econòmic dels productes forestals
- Política espanyola als boscos particulars
- Administració forestal

La recol·lecció o tallada de selecció diamètrica

En el 90% dels boscos catalans mediterranis de propietat privada predomina la recol·lecció sobre qualsevol altre sistema de gestió forestal. Recol·lecció significa que els únics treballs que es fan al bosc són la tallada i l'extracció dels peus comercials que interessin al mercat. El resultat d'aquest sistema, en la major part dels casos, és la consolidació d'un bosc anàrquic en què competeixen, més que conviuen, arbres de totes les edats amb fenotips cada vegada més lamentables.

Cultures forestals tradicionals

En el millor dels casos la recol·lecció pot organitzar-se de manera que convisquin al bosc, tant de llavor com menut, dues o tres classes aparents d'edat. Aquest sistema ha estat el tradicional entre molts propietaris catalans durant decennis i, practicat amb saviesa, ha mantingut, mentre el mercat ho ha permès, una producció limitada a molts boscos particulars. Desgraciadament, l'increment constant dels costos d'explotació i de transport fa avui inviable econòmicament aquesta forma d'aprofitament. No obstant això, molts enginyers forestals, convençuts que la irregularitat als boscos és el que més els acosta a allò natural —que és el que l'idealisme naturalista proposa com a objectiu central de gestió de qualsevol recurs—, proposen que les estructures de tots els boscos tant de coníferes com de planifolis, tant si s'aprofiten com a bosc de rebrot o bosc de llavor, siguin irregulars i, per tant, que siguin tractats en conseqüència.

Aquest programari silvícola té algunes contradiccions. La primera és suposar que les estructures irregulars són més naturals que les regulars. La segona, oblidar que el bosc irregular, la selecció, es practica a Europa per a l'obtenció de productes especials des del punt de vista tecnològic o econòmic, la qual cosa compensa els elevats costos de la gestió irregular. La tercera, pensar que el bosc mediterrani donarà rendes suficients que permetin tallar segons una corba de bosc ideal, que d'altra banda no coneix ningú.

Un altre aspecte tradicional és la denominada «neteja del bosc». Cal eliminar part del sistema (estrat arbustiu), proclamen molts, per consolidar el sistema. Al marge de la curiositat de considerar que les plantes que creixen automàticament, sense un projecte concret, són brutícia que hem d'eliminar, pensar que tractarem cada any, per exemple, a Catalunya, 375.000 hectàrees (1.500.000 ha/4 anys), per aconseguir controlar un sotabosc que cada vegada que tallem s'embulla més,² quan el pressupost total anual de l'administració forestal és de 48 milions d'euros (sense personal) i el cost d'aquesta «neteja» és com a mínim de cent milions d'euros (375.000 ha × 300 €/ha = 112.500.000 €), és una bogeria. Encara que és veritat que, probablement sense haver pensat en aquestes xifres, molts tècnics i responsables públics prediquen aquest mètode. La silvicultura mediterrània no hauria de consistir a convertir els boscos d'aquesta àrea en boscos boreals o alpins, sinó a idear tractaments econòmics i conjunts (de tots els estrats) del sistema bosc, que permetessin el millor equilibri possible entre els diferents components, garantint alhora una estabilitat acceptable, enfront de les pertorbacions. Com es veurà al llarg d'aquesta exposició, nosaltres no proposem mai la «neteja» sistemàtica del bosc, sinó tractaments alternatius econòmicament viables.

Valor econòmic dels productes forestals

Actualment, els aprofitaments forestals més importants dels boscos privats catalans són: les llenyes, la fusta per a trituració i la fusta de serra per a la fabricació de palets per al transport. La Diputació de Barcelona edita semestralment el *Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya*, que en el primer trimestre del 2006 dona els següents valors posats en fàbrica per als productes anteriors:

Llenyes d'alzina	de 50 a 65 €/t
Fusta de trituració	de 27,65 a 28,85 €/t
Fusta de serra (<i>Pinus halepensis...</i>)	de 33 a 36 €/t

Els costos d'aprofitament que presenta la publicació esmentada són:

Tallada i extracció fins a carregador	de 13 a 24 €/t
Transport (50 km)	10 €/tona
Costos aprofitament i transport	de 23 a 34 €/t

Per tant, els beneficis per al propietari es mouen entre els següents valors mitjans:

2. Pensem en espècies com *Arbutus unedo*, *Phyllirea media* o *Rhamnus alaternus*, que en tallar-los multipliquen en pocs mesos la seva soca fins a quinze rebrotos o més.

Llenya d'alzina	29 a/t
Fusta de trituració	- 0,254 a/t
Fusta de serra	6 a/t

Si considerem unes produccions mitjanes de tallada de selecció diamètrica per hectàrea de:

Llenya d'alzina	1,5 t/ha/any
Fusta de trituració	1 t/ha/any
Fusta de serra	2 t/ha/any

Els beneficis per a la propietat sense descomptar impostos són de:

Llenya d'alzina	$1,5 \times 29 = 43,5 \text{ €/ha/any}$
Fusta de trituració	$1 \times -0,254 = -0,254 \text{ €/ha/any}$
Fusta de serra	$2 \times 6 = 12 \text{ €/ha/any}$

En aquestes condicions una finca de 100 hectàrees de cadascun d'aquests productes tindria una renda anual sense descomptar impostos i, sobretot, sense que hi hagi cap cost per treballs de millora o preparació, de:

Llenya d'alzina	4.350 a/any
Fusta de trituració	-25,4 a/any
Fusta de serra	1.200 a/any

Davant d'aquests números es poden pensar moltes coses, per exemple:

- Que fa falta molta enginyeria per incrementar la producció, millorar els costos d'exploració i de transport i incrementar les rendes.
- Que per aconseguir en algunes zones un bosc amb una millor estructura productiva és imprescindible l'aportació de diner públic perquè el propietari privat no invertirà en un negoci tan poc rendible.
- Que, un cop aconseguida una estructura adequada, els treballs necessaris per mantenir-la, moltes vegades, només seran possibles amb ajudes públiques (aclariades i selecció de rebrots), per la mateixa raó que en el punt anterior.

Fins i tot podem preguntar-nos: ¿per què hem d'invertir diner públic en una gestió silvícola més tècnica si la tallada de selecció diamètrica ens surt gratis? I, per descomptat, respondre aquesta qüestió és una condició primera per continuar parlant de silvicultura mediterrània.

Per a nosaltres, la resposta a aquesta paradoxa és afirmativa i es basa en dues observacions: primera, que els boscos tallats amb selecció diamètrica són menys defensables enfront dels incendis forestals que els boscos gestionats en la forma que proposem amb els presents models; i segona, que essent uns grans consumidors de productes forestals (a Catalunya prop de 6 milions de m³ anuals) la nostra capacitat de producció amb tallada de selecció diamètrica és baixíssima (a Catalunya, 500.000 m³ l'any) i, per tant, la nostra balança comercial amb referència a la fusta és deplorable.

Hi ha una altra qüestió clau: si l'obtenció d'un benefici per al propietari al final del torn exigeix aportacions de diner públic, ¿per què no ha de tornar-lo el propietari quan faci els aprofitaments finals, fins i tot si aquest retorn significa no guanyar ni un euro? La resposta a aquest interrogant és de caràcter polític. Nosaltres entenem, per exemple, que la solució menys costosa per als ciutadans a l'hora de garantir la gestió dels boscos del país, la funció social del bosc particular, el consens entre els agents territorials i la remuneració de la propietat, és assolir un compromís sòlid entre els interessos generals i la propietat privada.

El repte rau a aconseguir això amb una silvicultura que costi tan poc com es pugui i amb uns instruments que garanteixin una gestió àgil i eficaç. Perquè això sigui possible, cal que les ajudes públiques es destinin directament i exclusiva a la gestió del bosc i no a millorar les rendes de la propietat. Des d'aquesta òptica, els beneficis dels aprofitaments, si n'hi ha, són per al propietari, per remunerar les funcions socials que ha acceptat per al seu bosc. Si no hi ha beneficis, amb més raó, només amb ajuda pública es podran complir amb garanties les funcions socials que es reclamen a la propietat.

Hi ha d'altres propostes, per descomptat. L'expropiació de tots els boscos privats o la llibertat total d'acció del propietari són, sens dubte, les més radicals, encara que avui semblen poc plausibles econòmicament i social. L'expropiació, per exemple, costaria la compra de la superfície privada més les despeses de gestió. D'altra banda, el pagament fix anual i perpetu d'un cànon per hectàrea, per les funcions socials que ofereixen les finques forestals, les «externalitats», que és la solució més desitjada per alguns propietaris, és, també, més cara per al pressupost públic, atès que afavoreix la gestió individual sobre l'associada i, a més, és més difícil que garanteixi el compromís de la propietat amb els interessos generals, perquè exigeix un seguiment fiscalitzador important i hi ha el perill que es converteixi en un complement a les rendes del propietari, més que en una inversió sobre el bosc.

Política espanyola dels boscos particulars

La creació del cos d'Enginyers de Boscos l'any 1854 va coincidir amb la redacció i l'aprovació de la Llei general de desamortització, durant el Bienni Progressista (1854-1856), dels béns inalienables de mà morta. Aquest fet històric marca profundament la trajectòria de la política forestal espanyola, perquè un grup important d'aquells primers enginyers estaven convençuts, com Cotta, que l'interès privat és incapaç d'aprofitar i de conservar al mateix temps les pinedes, les rouredes o les fagedes més fotogèniques, és a dir, amb grans diàmetres i alçades, que només s'aconsegueixen a Europa amb torns de més de cent anys, i que l'Estat és l'única garantia de salut forestal, per tant, cal considerar-lo el propietari natural de les selves.

Aquest pensament s'imposarà sobre la visió liberal d'altres professionals que pensaven que el mercat era el que havia de determinar la línia divisòria entre allò que havia de ser públic o privat, i donarà lloc a la creació del Catàleg d'utilitat pública i a una política forestal que s'articularà de manera fonamental al voltant dels boscos públics.

Aquests orígens desamortitzadors de la política forestal espanyola han estat tan potents, que han fet arribar fins a les noves generacions d'enginyers la idea que la bona gestió forestal solament la poden fer l'Estat i els seus funcionaris i han influït en la manca d'estratègies i de tradició en les polítiques forestals sobre el bosc privat. A Espanya la tradició ha estat: molta política per al bosc públic i poca per al privat.

A Catalunya aquest dèficit es va intentar compensar, a l'inici de la gestió de la Generalitat, introduint l'experiència francesa d'acords amb la propietat mitjançant un instrument de planificació, el Pla tècnic de gestió, i un instrument de gestió, el Centre de la Propietat Forestal (CPF), un organisme semblant a les conegudes cambres agràries.

El resultat de l'aplicació d'aquesta política, com qualsevol altra política, té avantatges i inconvenients. Entre les coses positives cal destacar que aquesta iniciativa ha estat important, perquè el Pla tècnic és una primera forma de pacte entre allò públic i allò privat i perquè el CPF és el reconeixement de la necessitat de participació de la propietat privada en les decisions forestals que l'afecten. Entre les coses menys bones hem d'anotar que:

- Només el 5% dels propietaris forestals, que sumen el 22% de la superfície forestal privada catalana, ha participat en aquesta política.
- El 90% dels plans tècnics no s'ha pogut desenvolupar, perquè, fonamentalment, la baixa rendibilitat ha impedit el tipus de silvicultura irregular i la gestió individual amb què van ser concebuts.

L'import de les ajudes públiques als treballs silvícoles a boscos privats ha sumat en els últims anys al voltant dels 7.000.000 €/any, que representen uns 4,12 €/ha. Aquesta xifra, tanmateix, s'ha distribuït de manera molt desequilibrada, en concentrar-se en algunes comarques i propietats. En realitat aquesta xifra s'ha concentrat a solament el 2% de la superfície forestal privada (21.000 ha), amb la particularitat que bona part d'aquesta superfície, concretament la pertanyent a 300 finques (0,6% del total de finques de Catalunya), rep quasi el 40% de les ajudes tots els anys.

En definitiva, s'han fet intents molt meritoris, però no s'ha pogut evitar que al 90% de la superfície forestal privada la gestió silvícola no vagi més enllà de la recol·lecció tradicional. Queda, per tant, un llarg camí per recórrer.

Administració forestal

La burocràcia arriba al seu màxim quan el fi d'una organització són les normes que ha dissenyat i no els resultats que en vol obtenir. Així, si hi ha la voluntat que el bosc no s'aprofiti especulativament i posem tantes normes per complir que és impossible fer-ho sense perdre temps, diners i il·lusió per la feina, i si, a més, al final, cansats de tants papers abandonem la pretensió d'aprofitar-lo, les normes s'han complert però, evidentment, hem acabat els aprofitaments forestals.

Un exemple d'això és la sol·licitud que una associació de propietaris va presentar davant l'administració forestal, fa uns mesos, per efectuar una prova pilot a 1,3 hectàrees

de bosc. La prova s'havia de fer sota la direcció d'un enginyer de boscos i l'associació ha demostrat sempre una gran sensibilitat per la gestió racional del bosc. Doncs bé, l'administració ha exigít a aquesta associació la informació següent:

- Informació bàsica del projecte.
- Sol·licitud de modificació del Pla simple de gestió vigent.
- Distribució diamètrica de totes les espècies per separat reflectint les dades numèriques. En les espècies que rebroten: el nombre de soques, el nombre de rebrots per soca i el total.
- Àrees basimètriques i alçades mitjanes i dominants de les espècies arbòries.
- Fracció de cabuda coberta abans i després del tractament.
- Composició específica del sotabosc pel que fa a les espècies més abundants.
- Cartografia 1:5.000.
- Protocol de seguiment de la parcel·la a llarg termini.
- Recomanacions:
 - Marcar tots els peus que d'han d'extreure per tenir ben definides les pautes de treball.
 - Estessar el sotabosc abans del marcatge.
 - Fer l'estessada a la primavera per reduir la potència dels rebrots.

No està malament per a un país en què predomina la recol·lecció en el 90% de tallades que es fan cada any.

Disseny d'una alternativa complementària

La diagnosi que hem descrit anteriorment pot resumir-se en sis punts:

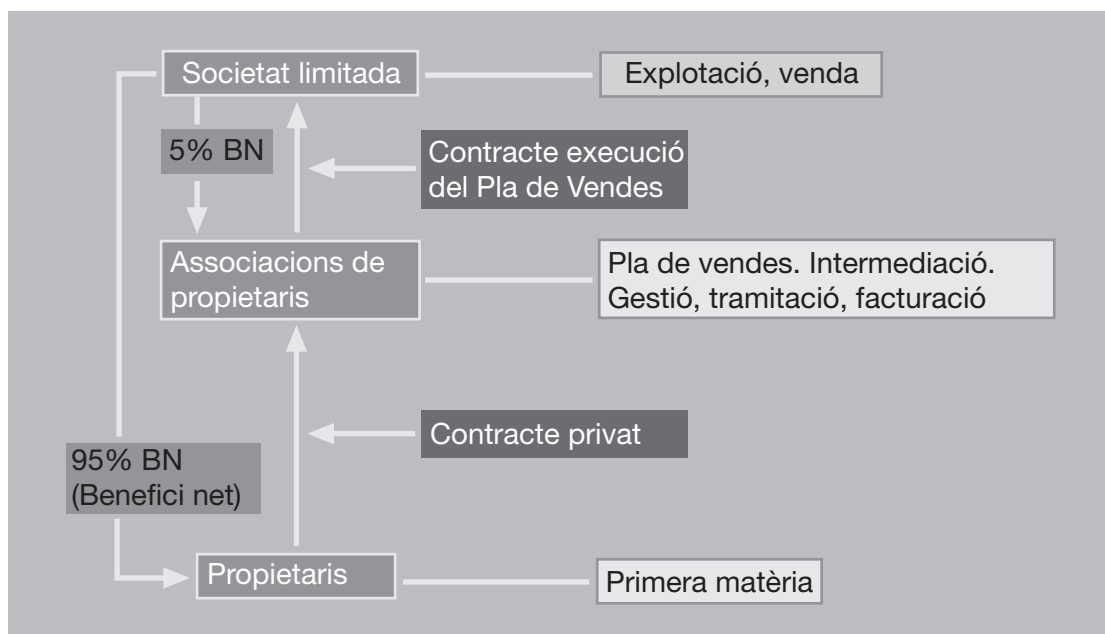
- Predomini de la recol·lecció i, per tant, absència de silvicultura.
- Necessitat d'aportació de diners públics per garantir la gestió dels boscos.
- Dèficit de planificació i, en conseqüència, compromís interès privat-interès públic poc consolidat.
- Dificultat d'execució dels plans a les finques.
- Mala distribució de les ajudes públiques mitjançant les transferències directes a la propietat i, també, pels tipus de concepte.
- Burocratització de l'administració i dificultat de gestió.

A partir d'aquesta diagnosi i de l'experiència que hem comentat al principi, ajuntaments, associacions de propietaris i Diputació de Barcelona hem dissenyat un programa de gestió de boscos de propietat particular que es fonamenta en els punts següents:

- Un compromís general compartit fixat per mitjà d'un conveni de col·laboració.
- Un òrgan de concertació i de gestió. La comissió de treball.
- Un instrument consensuat per fer efectiva la concertació i la gestió, el Pla marc de revaloració i millora forestal, que defineix les diferents unitats d'actuació i la silvicultura que s'aplicarà a cadascuna.
- Un compromís anual, que inclou el finançament, que denominem Programa anual i que conté els «Plans de treballs de millora i preparació» i els «Plans de venda».

Les vendes derivades dels programes anuals seran canalitzades mitjançant una Societat Limitada, constituïda per les associacions de propietaris, que segueix el model alemany de l'Associació d'Explotacions Forestals de la Selva Negra Central, SL.

L'esquema general de funcionament se sintetitza en el quadre següent:



Dificultats per a l'execució d'aquest programa

Aquest disseny ha de resoldre alguns problemes. Els més significatius són els següents:

- L'experiència limitada en l'àmbit de l'associacionisme forestal i de la gestió conjunta de propietats particulars, que suplim amb els contactes amb altres països amb llargues trajectòries en política del bosc privat.
- La manca de transparència del mercat, que hem intentat resoldre per mitjà de proves pilot i d'estudis de mercat.

- Les dificultats d'adaptació de les noves propostes, que exigeixen negociació i pacte.
- El desenvolupament insuficient de la silvicultura mediterrània i, sobretot, de models estàndard aplicables a la realitat que hem diagnosticat anteriorment, i que hem intentat afrontar amb els models que es presenten, per a la seva discussió, en aquest simposi.

Models silvícoles

A continuació es presenten, amb la intenció de discutir-ne la viabilitat i oportunitat, uns models de silvicultura per a les espècies següents: *Quercus ilex*, *Quercus humilis*, *Quercus suber*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* i *Pinus silvestris*.

Aquests models s'han discutit durant més d'un any en les comissions de treball formades per les associacions de propietaris, els ajuntaments i la Diputació de Barcelona; la Generalitat de Catalunya va participar inicialment en aquest debat mitjançant el Centre de la Propietat Forestal. Aquests models es van presentar en el Simposi sobre Silvicultura mediterrània en boscos privats, celebrat al novembre de 2006, a Barcelona.

Rendiments, costos i anàlisis econòmiques, tècniques i ambientals considerats en els models silvícoles que es presenten

Agustí Busquets Martí

Enginyer de forests de l'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

1. Introducció

El suport a les associacions es va iniciar amb l'objectiu de recuperar o restaurar la superfície forestal cremada durant els devastadors incendis forestals de l'estiu de 1994, a les comarques del Bages i el Berguedà, i de 1998, al Solsonès. Posteriorment, i assumint la demanda creixent de molts propietaris forestals, tant de les associacions com d'altres àmbits de la província de Barcelona, es va estendre el suport a les zones forestals de superfície arbrada no cremada.

L'acció s'inicia a partir de l'associació de propietaris, quan signa un conveni de col·laboració per a la redacció i execució del Pla marc (o projecte forestal comú) amb els ajuntaments d'àmbit territorial i la Diputació de Barcelona. Aquest document, redactat dins d'un procés de participació, planifica les diferents actuacions en l'àmbit forestal per a quinze anys (en bosc adult o no cremat) o per a vint-i-cinc anys (en bosc afectat per incendis), i s'executa mitjançant programes anuals finançats principalment per la Diputació de Barcelona.

Durant la redacció hi ha diferents fases de treball:

1. Estudi i anàlisi de l'àmbit territorial: analitza el context en el qual es troba la superfície forestal per poder tenir-lo en compte durant la redacció del Pla marc (legislació, activitat socioeconòmica...). En aquesta fase es determina també la superfície sobre la qual es farà l'inventari forestal.
2. Inventari forestal: durant aquesta fase s'obtenen totes les dades silvícoles i dasomètriques necessàries per definir la planificació de la superfície forestal.
3. Determinació dels models silvícoles: és en aquesta fase en la qual, sobre la base de l'inventari forestal realitzat, es discuteixen i determinen les espècies principals i els models silvícoles que cal aplicar en l'àmbit territorial de l'associació.
4. Planificació de les actuacions forestals: combinant l'inventari forestal amb els models silvícoles, es fa la planificació amb suport d'eines informàtiques i de la informació elaborada (estudis i bibliografia, bases de dades, cartografia...).
5. Gestió del Pla marc: l'associació de propietaris gestiona l'execució del Pla marc mitjançant programes anuals finançats principalment per la Diputació de Barcelona.

2. Espècies estudiades

De moment, s'han estudiat les espècies forestals següents:

Taula 1

Espècies estudiades	Superfície (Catalunya)	Superfície (Barcelona)
<i>Quercus ilex</i>	186.000 ha	49.000 ha
<i>Quercus humilis/cerrioides/faginea</i>	75.000 ha	23.000 ha
<i>Quercus suber</i>	63.000 ha	7.000 ha
<i>Pinus halepensis</i>	239.000 ha	99.000 ha
<i>Pinus nigra</i>	141.000 ha	45.000 ha
<i>Pinus pinea</i>	36.000 ha	20.500 ha
<i>Pinus sylvestris</i>	220.000 ha	70.000 ha
TOTAL ESPÈCIES ESTUDIADAES	960.000 ha	313.500 ha
SUPERFÍCIE FORESTAL ARBRADA	1.194.000 ha	365.500 ha
% sup. forest. / espèc. estud.	80 %	86 %

Font: CREA. Sistema d'informació dels boscos de Catalunya. 2004

3. Model silvícola

3.1. Metodologia d'estudi

S'entén per model silvícola la planificació dels tractaments que cal aplicar en una massa forestal amb l'objectiu de garantir-ne la persistència, l'estabilitat i els valors ambientals, optimitzant el balanç econòmic de les actuacions.

El conjunt dels models silvícoles estudiats ha comprès les etapes següents:

- a. Estudi del mercat forestal a Catalunya.
- b. Estudi de les principals espècies forestals.
- c. Discussió i elecció del model silvícola dins el Pla marc.
- d. Disseny i execució de proves pilot i seguiment posterior.
- e. Aplicació extensiva seguint el Pla marc.

a. Estudi del mercat forestal a Catalunya

Prèviament al disseny de qualsevol model silvícola s'ha analitzat la situació del mercat forestal en el seu entorn. D'aquesta manera, s'ha pogut conèixer amb més detall la viabilitat econòmica del producte obtingut procedent de la gestió de la massa forestal i l'adequació a la demanda real, almenys a curt o fins i tot a mitjà termini. Com a resultat de l'estudi i de manera molt sintètica s'exposen les taules següents.

Taula 2. Consum de fusta per la indústria a Catalunya

Tipus indústria	Producte	Empreses consultades	Cons. anual total (t/any)	Prod. intern total (%)
Genèrics	Palet/embalatge (principalment)	24	328.361	65
Trituració	Estella	2	70.000	14
Biga/estructura/construcció	Bigam, fusta estructural, post, tauló	9	52.100	10
Frondoeses	Regle quadrat, llistons, barra, etc.	12	27.120	5
Pals	Pals	2	12.000	2
Desenrotllament	Fons, caixes de fruita	2	11.900	2
Puntals	RTI, puntals de vinya	2	3.400	1
Total		53	504.881	100

Font: OTPMIF. Indústries i empreses del sector forestal a Catalunya. 2005 (no publicat)

Pot afegir-se a les dades anteriors el consum de 26.000 t/any de llenyes procedents d'alzina i roure principalment.

Taula 3. Preus en indústria per a diferents espècies forestals

Destinació fusta	Espècie	Preu mitjà (€/t)
Serra	<i>Pinus sylvestris</i>	45
	<i>Pinus pinea</i>	38
	<i>Pinus halepensis</i>	35
	<i>Pinus nigra</i>	42
	<i>Fagus sylvatica</i>	54-90
	<i>Quercus humilis</i>	48-84
Posts	<i>Pinus sylvestris</i>	62
	<i>Pinus nigra</i>	62
Puntals	<i>Pinus sylvestris</i>	51
Trituració	Coníferes	28
	Frondoeses	26
Llenya	<i>Quercus ilex</i>	58
	<i>Quercus humilis</i>	43
	<i>Quercus suber</i>	33
	<i>Fagus sylvatica</i>	36
	<i>Pinus pinea</i>	30

Font: OTPMIF. Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya. 2006

b. Estudi de les principals espècies forestals

Aquest estudi ha consistit en la recopilació bibliogràfica i el coneixement de les experiències dutes a terme en l'àmbit mediterrani per a cadascuna de les espècies forestals. La definició prèvia d'un conjunt concret de paràmetres ha permès determinar els aspectes més importants i bàsics per iniciar el debat sobre els models més adequats per estudiar. Aquests paràmetres d'estudi es classifiquen en:

a) Ecologia de l'espècie:

- Hàbitat, distribució i estacions dominants.
- Qualitat d'estació.
- Regeneració i desenvolupament.
- Productivitat.
- Combustibilitat, inflamabilitat.
- Incendis forestals: inici, recurrència i efectes.

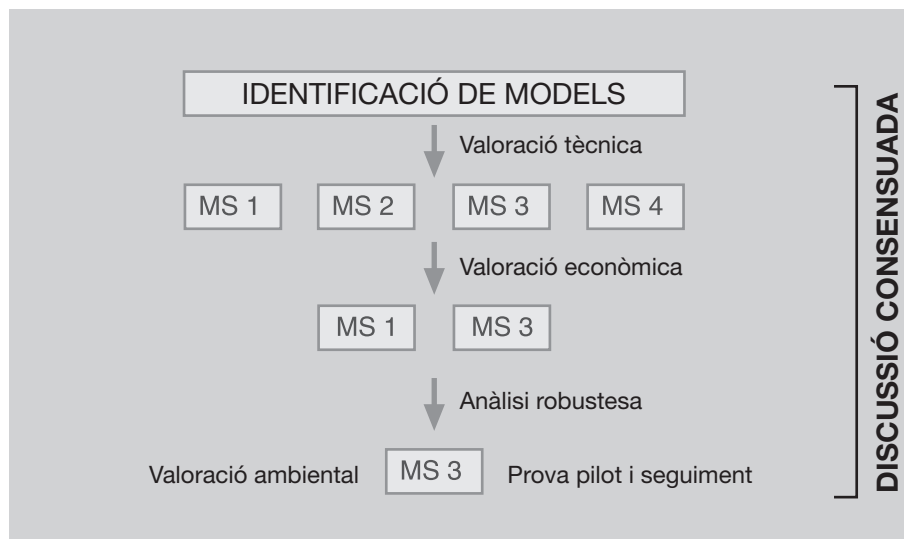
b) Silvicultura. Per conèixer la silvicultura que es duu a terme al nostre àmbit s'ha tingut en compte la documentació següent:

- Models silvícoles actuals.
- Sistemes de planificació i àmbit d'aplicació: Pla marc; associació de propietaris, PTGMF (Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal) i PSGMF (Pla Simple de Gestió i Millora Forestal); propietat privada, POF (Pla d'Ordenació Forestal); propietat pública.
- Resultats de la gestió: periodicitat dels tractaments, recursos obtinguts, ajudes públiques i inversió realitzada.

Tant la consulta de bibliografia com la de les pràctiques silvícoles s'han fet en l'àmbit de Catalunya i resta d'Espanya i abasten, fins i tot, l'Europa meridional.

c. Discussió i elecció del model silvícola

Aquesta fase correspon a la discussió i l'elecció de les alternatives de gestió que facin viable tècnicament, ambientalment i econòmicament viables l'aplicació de cada model silvícola de manera extensiva. El protocol se sintetitza en el gràfic següent.



d. Proves pilot i seguiment posterior

Consisteix en l'aplicació del model silvícola o de les alternatives estudiades sobre una superfície representativa amb l'objectiu d'analitzar els costos i els rendiments i, si escau, la comercialització del producte obtingut.

Prèviament a l'execució de la prova pilot, s'ha estudiat i determinat l'enginyeria del procés sobre la base dels paràmetres següents:

- Característiques de la zona d'actuació forestal (pendent, orientació, pedregositat, accessibilitat...).
- Estat inicial de la massa (densitat, àrea basimètrica...) i objectiu final sobre la base del model silvícola proposat.
- Estudi de les diferents fases de treball.
- Maquinària i operaris que intervindran en cada fase.
- Metodologia de valoració per obtenir eficaçment i adequadament les dades.

Un cop definida l'enginyeria del procés, es passa a l'obtenció i al posterior processament de les dades següents:

- Rendiments generals en les diferents fases de treball (hores/ha).
- Volum aprofitat (t/ha, m³/ha).
- Rendiments de treballs concrets.
- Altres dades: estudi de temps de treball, temps efectius/temps de parada, coeficients d'apilament, dades dasomètriques...

Després de l'execució de la prova pilot de validació del model escollit, cal obtenir dades de l'evolució de la massa després de la seva aplicació, amb l'objectiu de fer possibles

ajustatges o millores en el mateix model, i enriquir la informació de partida. Actualment, aquest seguiment posterior s'efectua en col·laboració amb el CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals).

e. Aplicació extensiva del model

L'aplicació dels models estudiats, tal com s'ha explicat anteriorment, es fa en el marc d'un projecte conjunt i consensuat en l'àmbit d'una associació de propietaris. D'aquesta manera se'n garanteix l'acceptació per part de la propietat privada i les entitats implicades en un ampli àmbit territorial, i la continuïtat en el temps amb els conseqüents avantatges que això implica.

3.2. Criteris de valoració del model silvícola

3.2.1. Valoració tècnica

Per determinar la viabilitat tècnica d'un model silvícola s'ha de plantejar quins són els paràmetres que influeixen en la seva execució. D'una banda, l'enginyeria del procés defineix la forma d'executar les diferents fases dels treballs forestals (estassada de matoll de penetració, tala, esbrancament/selecció de rebrots, arrossegament mecanitzat i apilament, trossejat a carregador, càrrega i transport, i d'altres com l'execució de vies d'extracció). D'altra banda, cal fer la valoració del moment, la intensitat i el nombre d'intervencions durant el torn previst per a l'espècie o fins i tot per a les diferents qualitats d'estació. Finalment, és imprescindible conèixer el producte que s'ha d'obtenir d'acord amb la seva qualitat i el seu valor comercial.

En segon lloc, és fonamental valorar el comportament del model silvícola enfront a possibles incendis forestals. Aspectes com la combustibilitat abans, immediatament després i en períodes successius s'han de tenir en compte.

I per completar la valoració tècnica s'ha d'analitzar l'impacte paisatgístic que comporta l'aplicació del model sobre l'entorn forestal (flora i fauna), i tenint en compte en tot moment la legislació forestal vigent.

3.2.2. Valoració econòmica

El comportament del model s'estudia durant tot el torn tecnològic o dasomètric. Amb això, es determina si la inversió es podrà recuperar, i si això passa, de quina manera serà més rendible, tenint en compte també els aspectes silvícoles i ambientals.

A fi d'estudiar la rendibilitat del model al llarg del torn s'utilitza el càlcul de VAN, que és la suma, convenientment actualitzada a data de la inversió inicial, dels cobraments menys els pagaments que es produeixen al llarg de la vida del projecte. Els criteris de càlcul es basen en dues premisses:

1. Aplicació de paràmetres actuals: corresponen a la vida del projecte o torn tecnològic de tallada, tipus d'interès, increment anual del cost d'explotació i increment anual del preu del producte forestal.
2. Anàlisi de robustesa: comportament del model aplicant diferents valors als paràmetres actuals. L'objectiu és valorar-ne l'estabilitat davant de canvis, que, fins i tot, poden ser previsibles.

Els càlculs s'han fet sobre la base dels costos i els rendiments de cada operació i per a les diferents categories de treball (mà d'obra: enginyer de forests, enginyer tècnic forestal, capatàs forestal, maquinista forestal, oficial forestal o cap de colla, peó forestal...; maquinària: tractor d'erugues/*bulldozer*, tractor d'erugues + trituradora, tractor forestal o *skidder*, tractor de rodes, esbrossadora mecànica de disc, serra mecànica, pala/excavadora...).

En tot cas, la viabilitat econòmica del model silvícola la determinarà la possibilitat de mecanitzar els treballs, i anirà d'acord amb el pendent i l'accessibilitat. Per tant, combinant aquests paràmetres es considera de forma orientativa que els treballs es poden mecanitzar quan:

- a) el pendent és inferior al 60% i la distància a una via també és inferior a 70 metres.
- b) el pendent és inferior al 45% i la distància a una via és superior a 70 metres.

3.2.3. Valoració ambiental

La valoració ambiental analitza principalment l'estabilitat del model silvícola enfront de perturbacions; tant en el moment de la intervenció com posteriorment, i per als seus diferents estadis. Per valorar l'estabilitat s'han utilitzat els paràmetres següents:

- Incendis: valoració del model de combustible en cada estadi del model silvícola; estimant, al mateix temps, la dificultat d'extinció i la velocitat de propagació.
- Vent/neu/gel: càlcul de l'estabilitat individual; coeficient d'esveltesa (h/dn), i de l'estabilitat col·lectiva; índex de Hart-Becking.
- Sequera: identificació dels factors de predisposició; densitat individual o col·lectiva, factors catalitzadors; sòl, exposició..., i factors detonants; temperatura, humitat...
- Malalties i plagues: estimació de l'edat, la densitat i l'estructura de la massa.
- Erosió/retenció hídrica: afecció directa al sòl per l'efecte de la pluja o escolament superficial.
- Flora i fauna: afecció als hàbitats de les diferents espècies de flora i fauna; especialment les protegides i/o d'interès local.

3.3. Línies comunes dels models silvícoles

Resumint, podem concloure que els diferents models silvícoles estudiats per a les espècies forestals persegueixen:

- La regularització de les masses; atenent al temperament de llum, simplificació en la gestió, millors condicions per a la regeneració, concentració en superfície de les actuacions i reducció de la combustibilitat de la massa.
- La minimització del nombre d'intervencions i la concentració de les tallades, reduint els costos econòmics i augmentant el benefici i l'homogeneïtat del producte obtingut després de la tallada.

4. Referències bibliogràfiques

COL·LEGI D'ENGINYERS DE BOSCOS. *Quadre de preus unitaris de l'activitat forestal*. Edicions Mundi-Prensa, 2004.

CREAF. *Sistema d'informació dels boscos de Catalunya*. 2004. www.creaf.uab.es.

OTPMIF DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA. *Protocol per a la redacció del pla marc de millora forestal per a una associació de propietaris*. 2006. No publicat.

—*Indústries i empreses del sector forestal a Catalunya*. 2005. No publicat.

—*Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya*. Semestral 2005-2006.

—*Protocol de seguiment de proves pilot per a determinació de costos i rendiments*. 2005. No publicat.

SERVEI DE PARCS DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA. *La presa de decisions en la gestió forestal*. 1990.

Proposta de model silvícola per a suredes privades (*Quercus suber*)

Jaume Minguell Garriga

Enginyer de munts de l'Associació de Propietaris Forestals del Corredor-Montnegre (Barcelona)

1. Distribució de l'espècie a Catalunya

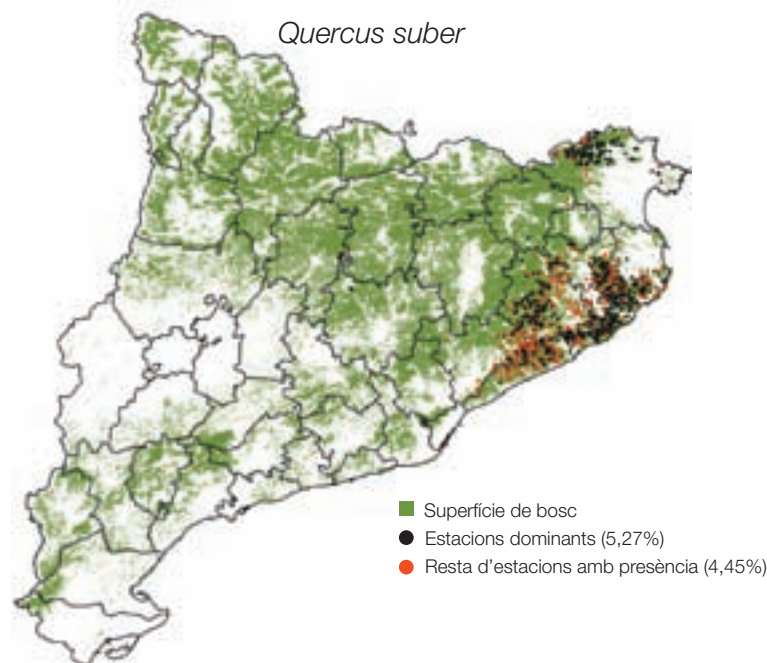
El model proposat en aquest document va ser concebut per a les suredes, pures i mixtes, a la zona del Montnegre i el Corredor. Aquesta proposta, per tant, no va adreçada a la gestió de masses a d'altres zones productores de Catalunya, com ara la Selva o l'Empordà, en què les condicions ambientals i inicials de les masses puguin ser diferents.

A Catalunya, la surera es localitza des del NO de la serralada litoral fins a l'extrem oriental dels Pirineus.

Hi ha tres zones de producció a Catalunya. La primera, al nord de Girona, vessants sud del final del Pirineu oriental, entre Maçanet de Cabrenys i el cap de Creus, i entre la frontera amb França i Figueres; la segona, al sud-oest de Girona, entre el marge dret del riu Ter i el Montseny, i la tercera, al sud-est de Girona i nord de Barcelona, per la serralada litoral catalana que es prolonga per les Gavarres i les comarques de la Selva, el Baix Empordà, el Maresme i el Vallès Oriental. Les dues primeres són d'una qualitat superior a la tercera (Almansa, 1980). La surera a Catalunya ocupa unes 62.833 ha, 56.643 a la província de Girona (regió forestal III) i 6.190 a la de Barcelona (regió forestal V) (CREAF).

Figura 1. Distribució de la surera a Catalunya

Font: Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. CREAF



2. Situació actual al Montnegre i el Corredor (Vallès Oriental i Maresme)

A partir de l'anàlisi del segon Inventari Forestal Nacional s'han determinat quatre formes bàsiques en què es presenten les suredes de la regió d'estudi: suredes pures, suredes amb pi pinyer, suredes amb alzina i arboç i les masses mixtes amb presència de surera.

Taula 1. Característiques de suredes al Montnegre i el Corredor

Suredes	% parcel·les	Pendent mitjà (°)	Densitat surera (peus/ha)	Densitat Total (peus/ha)	Àrea basimètrica surera (m ² /ha)	Diàmetre surera (cm)
Pures	52%	21,8°	456	940	12,5	19,8
Amb pi pinyer	13%	22,3°	574	1270	12,3	17,2
Amb alzina	16%	26,4°	498	1721	14	19,5
Mixtes amb presència	19%	23,3°	799	1331	14,6	16,8

Font: Segon Inventari Forestal Nacional

2.1. Les densitats

Com es pot observar, són les masses pures les que, al contrari, mostren un nombre més reduït de peus de surera, ja que una gestió productiva d'aquestes masses comporta densitats reduïdes. La resta de tipus presenten densitats superiors, la qual cosa implica manca de tractaments de selecció.

Les densitats totals d'aquestes formacions són considerablement altes respecte a les aconsellades de manera general per a suredes regulars (500-350 peus/ha) i irregulars (700-500 peus/ha).

2.2. Les àrees basimètriques

Aquest paràmetre recull valors molt més homogenis, al voltant de 12-14 m²/ha, però són inferiors als recomanats majoritàriament per a masses de suro, 20-25 m²/ha. Aquest fet es deu a la joventut dels peus.

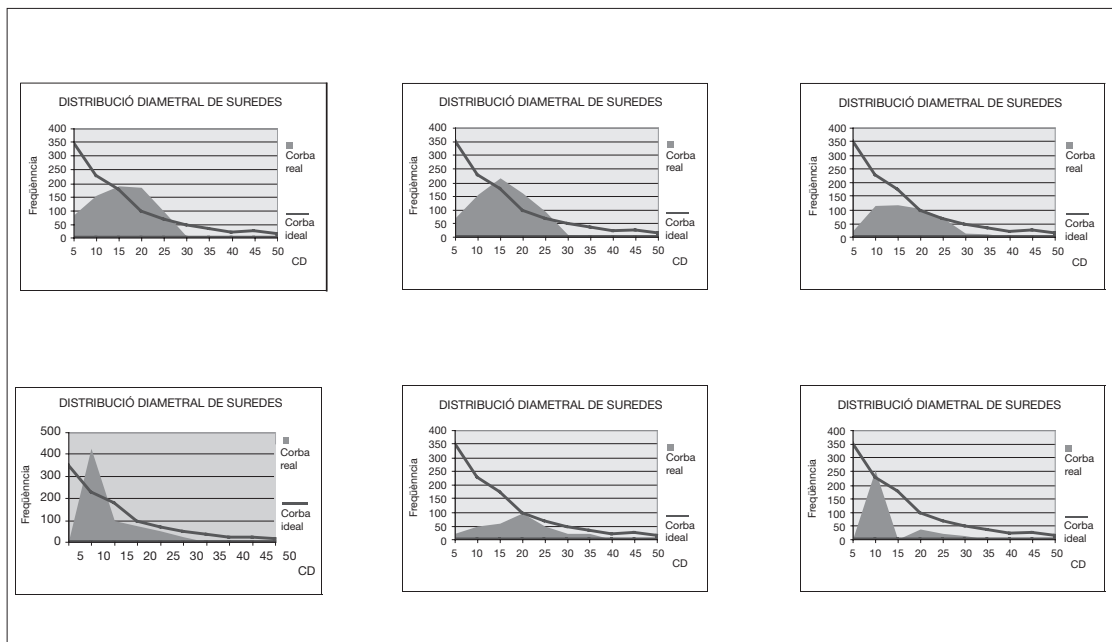
2.3. Els diàmetres normals

Aquests diàmetres són de l'ordre de 20 cm en les masses pures i mixtes amb alzina, i de 17 cm en els altres tipus. Per tant, en molts casos, s'haurà de fer l'aclarida i la primera extracció dels peus de suro seleccionats.

2.4. Estructura

Atesa la forma de les distribucions diametral recollides en plans tècnics de gestió, dominades principalment per tres classes, i la manca d'un reclutament abundant de peus de regenerat, sembla que ens trobem davant d'estructures de caràcter regular, on l'aplicació de tractaments de tipus irregular comportaran un elevat sacrifici de producció, l'increment de costos d'explotació, dificultat en la gestió i l'augment del risc d'incendi forestal.

Figura 2. Distribució de suredes al Montnegre i el Corredor. Font: Plans Tècnics de Gestió i Millora Forestal



Font: Planes Tècnics de Gestió y Mejora Forestal

2.5. Conclusions

L'abundància de peus d'altres espècies que hi ha en aquestes formacions fa necessari, per potenciar la producció de suro, fer aclarides i extracció de pelagrins.

L'elevat nombre de peus d'espècies acompanyants, en molts casos alzines, permet obtenir ingressos que redueixen de manera significativa els costos del tractament.

El nombre de sureres presents en aquestes formacions permetria la conversió cap a masses pures en un sol tractament.

Els pendents en què es troben aquestes formacions no acostumen a superar de mitjana els 26,5° (50%) i, per tant, permetran en alguns casos implementar processos mecanitzats amb rendiments més grans.

L'estructura regular sembla ser en realitat la tònica dominant, encara que pateix un procés d'irregularització amb els actuals models de gestió.

3. Gestió tradicional i actual

Tradicionalment, a Espanya hi ha tres tipologies bàsiques de suredes segons consideracions silvícoles i econòmiques: suredes en devesa, suredes semidenses i suredes denses. Aquesta darrera és la que es correspon de manera general amb les suredes catalanes, menys rendibles que els altres tipus per causa de les nul·les rendes ramaderes.

Suredes denses:

- Uns 350 peus adults per hectàrea.
- Torn de pela de catorze anys.
- Torn de tallada de 150-170 anys, orientada exclusivament a l'obtenció de suro.
- La rendibilitat d'aquesta forma d'explotació se centra en el 2,5%.

La forma comuna de gestió per a les suredes més productives ha estat la conducció com a bosc regular. S'hi diferencien dues etapes: des del regenerat o plantació fins a la primera extracció de suro quan l'arbre arriba als 60 cm de perímetre i amb 25-35 anys en estructures en devesa i 60 anys en estructures denses, i d'aquesta extracció fins a la tallada final.

3.1. Primera etapa: creixement

Estassades i aclarides de plançonada per assolir als 35 anys 500 peus per hectàrea. En aquests darrers s'efectuen podes de formació fins a 2,5-4 metres, cada vegada menys freqüents.

3.2. Segona etapa: producció

Es fan estassades, aclarides i peles.

Els objectius de les estassades són facilitar la mobilitat i l'extracció del suro, reduir la competència arbustiva millorant la vitalitat i el creixement dels arbres (aquest aspecte no està clarament demostrat i no es recomana de manera general pel seu alt cost. Montoya, 1988: INIA, 1978) i reduir la infecció per *Hypoxylon mediterraneum* en augmentar

la ventilació de la massa. S'acostumen a fer abans de l'extracció del suro i, segons les circumstàncies, es repeteixen una altra vegada enmig del torn de pela.

Les aclarides s'han de fer tres anys després de la pela. Això permet sentir-ne els efectes en un major augment del diàmetre durant el torn de pela i detectar peus deteriorats durant la pela. Les aclarides afectaran sureres mortes, malaltes, ferides o decrepites i la resta d'espècies arbòries acompanyants.

Els tanys de rebrot sembla que tenen una vida més reduïda (60-80 anys), per tant no cal orientar-los a la producció de suro, només de llenyes i a la producció de pelagrí. En aquest sentit poden ser interessants en la primera etapa pel seu elevat creixement.

3.3. Peculiaritats de les suredes catalanes

L'alçada d'extracció és una mica inferior, 1,70-2 m, es deu, segurament, a una manca de podes i una menor alçada dels peus, a causa de pitjors qualitats d'estació.

Aquestes menors qualitats d'estació han comportat en molts casos tractaments mitjançant la simple tallada dels peus improductius, sense atendre pràcticament al regenerat. Aquestes pràctiques silvícoles són més econòmiques per al propietari i comporten un aspecte irregular de les suredes.

Recentment es promou la gestió en estructura de bosc irregular. En aquestes circumstàncies la densitat ideal és de l'ordre de 500 peus/ha a partir de la classe diamètrica 15, amb un recobriment del 70%. Les aclarides es fan cada 14 o 28 anys, tres anys després de les peles.

3.4. Tractaments a França: guia tècnica de subercultura als Pirineus orientals

De manera general, sempre que no comporti un sacrifici important de producció, es recomana el maneig com a bosc alt regular. Les aclarides de plançonada i les aclarides tenen l'objectiu de disminuir la densitat per afavorir els arbres més productius de les classes diametral més abundants. Es fan després de les peles buscant una densitat final recomanada de 350-400 peus per hectàrea. La regeneració d'aquest tipus de boscos pot ser més complicada. Les tallades finals impliquen un augment del matoll poc avantatjós per a la sembra i en alguns casos cal ajudar a la regeneració amb estassades.

Aquest tipus de gestió garanteix rendes que creixen d'acord amb l'edat de la població, però provoca un buit de producció fins que el regenerat arriba a l'edat d'explotació (perímetre de 60 cm; al voltant de 30-40 anys).

Només en casos d'estructura clarament irregular, en què la transformació comportaria importants pèrdues de producció, es proposa el manteniment d'aquestes estructures.

3.5. Taules de producció: Montero i Cañellas, 1998, a Madrigal *et al.*, 1999

Aquests autors fan una proposta per a suredes regulars denses, amb àrees basimètriques que oscil·lin entre 12 i 23 m²/ha i torns de pela de nou anys. Cal indicar que són taules de silvicultura mitjana.

Taula 2. Qualitats d'estació

Qualitats	Producció (suro verd)
Qualitat I	12 kg/m ²
Qualitat II	10-12 kg/m ²
Qualitat III	8-10 kg/m ²
Qualitat IV	6-8 kg/m ²
Qualitat V	< 6 kg/m ²

Font: Tablas de producción para los montes españoles

Segons l'Inventari ecològic i forestal de Catalunya, la densitat mitjana del suro en l'àmbit del Montnegre i el Corredor és de 240 kg/m³. Si considerem un gruix mitjà d'explotació de 30 mm obtenim una qualitat mitjana de 7,2 kg/m² de suro extret. Aquesta coincideix amb la qualitat IV de la taula de producció.

Es tracta de zones amb baixes produccions i torns de pela més elevats, concretament de catorze anys.

Taula 3. Taula de producció per a suredes

Diàmetre normal (cm)	Circumferència normal sobre el suro (cm)	Alçada de pela (m)	Núm. peus per ha.	Àrea basimètrica (m ² /ha)	kg/ha de suro fresc
19	60	1,2	450	12,9	2.524
22	70	1,4	350	13,6	2.672
25	80	1,6	300	15,3	2.991
29	90	1,8	250	16,1	3.155
32	100	2	200	15,9	3.116
35	110	2,2	175	16,9	3.299
38	120	2,4	150	17,2	3.365
41	130	2,6	125	16,8	3.291
45	140	2,8	100	15,6	3.054
48	150	3	95	17	3.330
51	160	3	90	18,3	3.365
54	170	3	85	19,5	3.377
57	180	3	80	20,6	3.365
60	190	3	75	21,5	3.330
64	200	3	70	22,3	3.270

Font: Tablas de producción para los montes españoles

4. Anàlisi del mercat

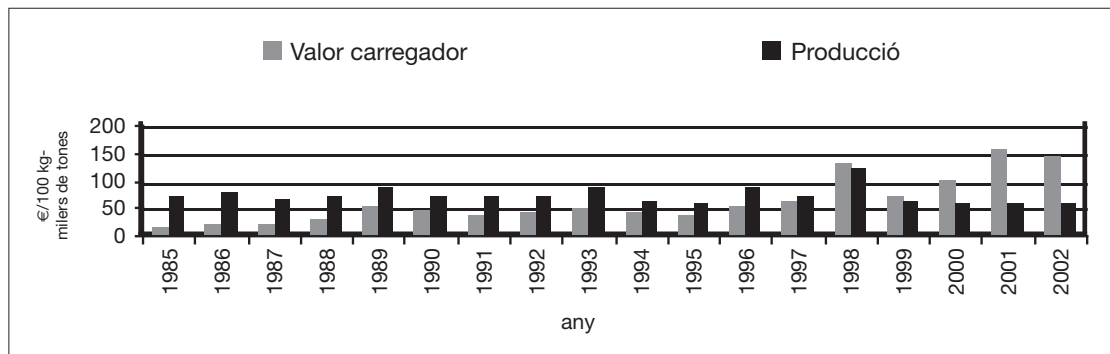
Prèviament a l'elaboració de propostes concretes de gestió, s'ha fet un estudi del sector del mercat dels productes forestals a Catalunya, del qual es conclou que el suro és, en aquest moment, el producte forestal de major valor comercial.

Per al Montnegre i el Corredor es tracta d'un mercat proper, centrat en la província de Girona i el sud de França, on hi ha importants empreses elaboradores de taps.

En una primera radiografia del sector, s'han posat en evidència les qüestions següents:

- Les produccions de suro a Espanya han seguit una evolució molt estable durant les últimes dècades.
- El que sí que ha experimentat un increment molt significatiu, des de l'any 2000, ha estat el preu.
- Catalunya ha sofert un procés anàleg al de la resta d'Espanya.
- El descens de producció a la província de Barcelona s'ha compensat per l'increment a Girona.

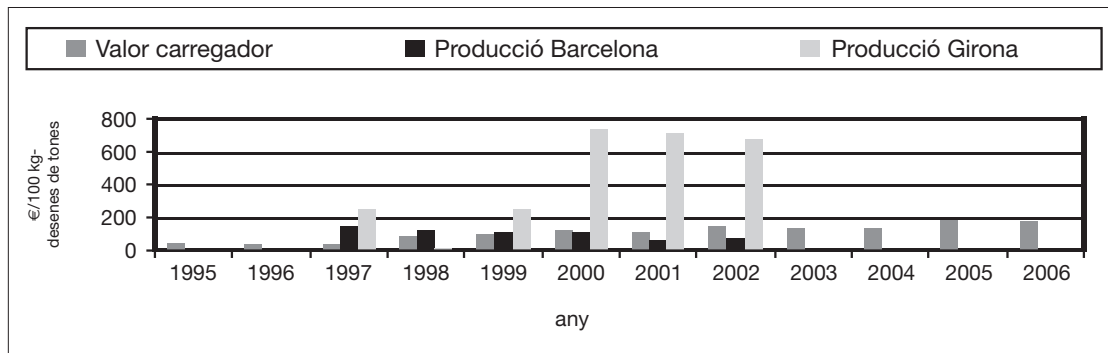
Figura 3. Producció espanyola i preu pagat a carregador



Font: Anuario estadístico español

El preu base que s'ha utilitzat per a la valoració econòmica és d'1,65 €/kg, valor molt pròxim a la mitjana dels últims anys a Catalunya i acceptat com a representatiu del Montnegre-Corredor.

Figura 4. Producció catalana i preu pagat a carregador



Font: Anuario estadístico español

5. Estudi d'alternatives

Les alternatives de gestió que s'han plantejat no deixen de ser situacions compreses entre diferents tipus de formes fonamentals i de formes principals.

Quant a la forma fonamental, la bibliografia consultada aconsella les formes de bosc alt, per la seva major longevitat i capacitat de producció surera. En aquest sentit l'experiència de la zona indica que els brots de soca posseeixen un elevat creixement inicial i una bona qualitat de suro, que els fan molt interessants a la primera meitat del torn.

A causa d'aquests factors i del caràcter rebrotador de l'espècie i, per tant, de la presència inevitable de peus de rebrot es pretén constituir formes fonamentals de bosc mitjà, buscant una dominància dels peus de llavor. Els rebrots tindran sentit a la primera meitat del torn, aportaran una producció més gran que els de llavor i seran eliminats gradualment amb l'avanç de les aclarides.

Quant a les formes principals possibles, la tendència dels últims anys ha estat la irregularització. A pesar d'això i com ja hem exposat, en les masses considerades l'estructura que millor s'hi adapta és la regular. Aquesta, a més, facilita l'explotació i la gestió, un factor que cal tenir molt en compte quan es pretén gestionar conjuntament un nombre important d'hectàrees:

- Concentra la producció en un nombre menor de peus,
- Permet la mecanització d'estassades, ja que no cal conservar regenerat en tot el torn, i
- En existir un nombre menor de peus millora la ventilació i és més favorable enfront d'infeccions de fongs.

També convé indicar que la regeneració en aquesta zona és abundant i generalment fàcil d'aconseguir.

Per totes aquestes raons i després de la comparació econòmica amb altres alternatives, s'ha decidit plantejar un model de bosc mitjà regular.

6. Propostes per a la gestió de suredes en l'àmbit del Montnegre i el Corredor

6.1. Objectius generals de la gestió proposada

En aquest document es proposa una silvicultura aplicable a suredes pures i mixtes, principalment amb alzina i pi pinyer, orientada a la producció exclusiva de suro de qualitat. Amb caràcter general, es tendirà a la transformació en masses pures com més aviat millor.

Els objectius de la gestió proposada són:

- Concentrar en el temps i en l'espai les intervencions de millora.
- Aconseguir el màxim pes i la màxima qualitat de suro de reproducció en cada intervenció.
- Regularització de la massa.
- Assegurar una bona regeneració de llavor.

A causa del caràcter manual de les intervencions de pela i de la rendibilitat anual d'aquestes formacions, la majoria de les masses es podran definir com a explotables.

En tots els casos, en efectuar les actuacions silvícoles, es tindrà en compte la minimització del risc d'incendis i de l'estabilitat enfront d'altres perturbacions ambientals (plagues, vents, glaçades...).

6.2. Criteris silvícoles de la gestió proposada

En aquest apartat s'han fixat els criteris silvícoles que han servit de base per a la redacció i l'aplicació del model de gestió proposat.

Les suredes es gestionaran principalment com a masses regulars.

En el cas de boscos purs, la gestió proposada procurarà el manteniment d'un màxim del 20% d'altres espècies acompanyants. Aquest fet permetrà mantenir una certa diversitat i facilitarà l'obtenció d'altres productes, com la planta forestal per a jardineria.

Es regeneraran per la doble condició de rebrot i de llavor, buscant un bosc mitjà amb un mínim del 60% de peus de llavor.

Seguint el model de tipologies francès, no es fan diferències entre qualitats d'estació.

Es defineix un torn d'extracció condicionat per l'obtenció de pannes de suro de calibre i qualitat suficients. Pot variar d'acord amb la qualitat d'estació, però a la zona del Montnegre i el Corredor, com a moltes altres parts de Catalunya, acostuma a ser de catorze anys.

Les aclarides de plançonada i les seleccions de rebrots (intervencions no comercials) es faran dotze-catorze anys després de la consecució de la regeneració. Aquestes actuacions reduiran la densitat de rebrots a un per soca i un total de 800 peus/ha.

Al mateix temps s'aprofitarà per fer tallades d'alliberament sobre els peus pare i tractar la vegetació arbustiva quan competeixi amb el regenerat.

A mesura que progressin les aclarides, s'eliminaran els arbres decadents o improductius (amb ferides importants, que no fan prou fruit o amb malalties i/o plagues greus). S'acostumen a fer dos-tres anys després de la pela, per poder fixar quins peus han quedat afectats i permetre un període llarg de creixement fins a la pròxima actuació. Les aclarides de plançoneda i les aclarides que afectin peus de pelagrí i matxot s'han de fer prèviament a la pela, ja que el producte que se n'obté no és rendible. Per raons econòmiques es farà una aclarida cada dues peles, vint-i-vuit anys.

El torn de tallada es fixa d'acord amb la capacitat de produir suro en quantitat i qualitat i no depèn tant de la qualitat d'estació com de la qualitat dels treballs efectuats. Generalment es poden fer fins a sis-vuit peles en un mateix peu i per tant s'assoleixen edats de 150-180 anys. En el nostre cas, a causa de la baixa qualitat d'estació i de la necessitat d'eliminar els peus quan encara conservin prou vigor per mantenir una bona producció de llavor, s'ha fixat un torn de 150 anys.

Amb aquest procediment es podrien obtenir també suredes regenerades per bosquets amb estructura regular, o irregular d'acord amb la durada i la intensitat en la renovació de la sureda.

La cobertura òptima per a la germinació de la llavor es dona amb una FCC del 50% que s'obté després de la tallada disseminatòria. A causa del baix recobriment inicial i de la necessitat d'una certa protecció durant l'etapa juvenil, no es creu necessari efectuar la tallada aclaridora fins a la pela següent; malgrat això, el model hauria de permetre introduir aquesta intervenció.

Al cap de vint-i-vuit anys de la tallada disseminatòria s'executarà la tallada aclaridora. Els peus conservats s'eliminaran completament catorze anys després, per aprofitar-ne l'última pela. Amb aquest procediment desapareix el període de parada en l'explotació.

Aquest període de regeneració tan llarg implicarà la presència d'un curt període de semi-regularitat. Com que la realitat definitiva del comportament d'aquestes masses en regeneració no es coneix amb exactitud, s'ha optat per aquest model que permetrà variar el «tempo» del procés i ajustar les necessitats de recobriment i protecció a cada moment.

A partir de la consulta de les dades disponibles de l'Inventari ecològic i forestal de Catalunya, es posa de manifest que la major part de les suredes del Montnegre i el Corredor tenen un creixement radial d'escorça mitjà d'1,50 mm/any i assoleixen el perímetre de la primera pela al cap de 50-60 anys.

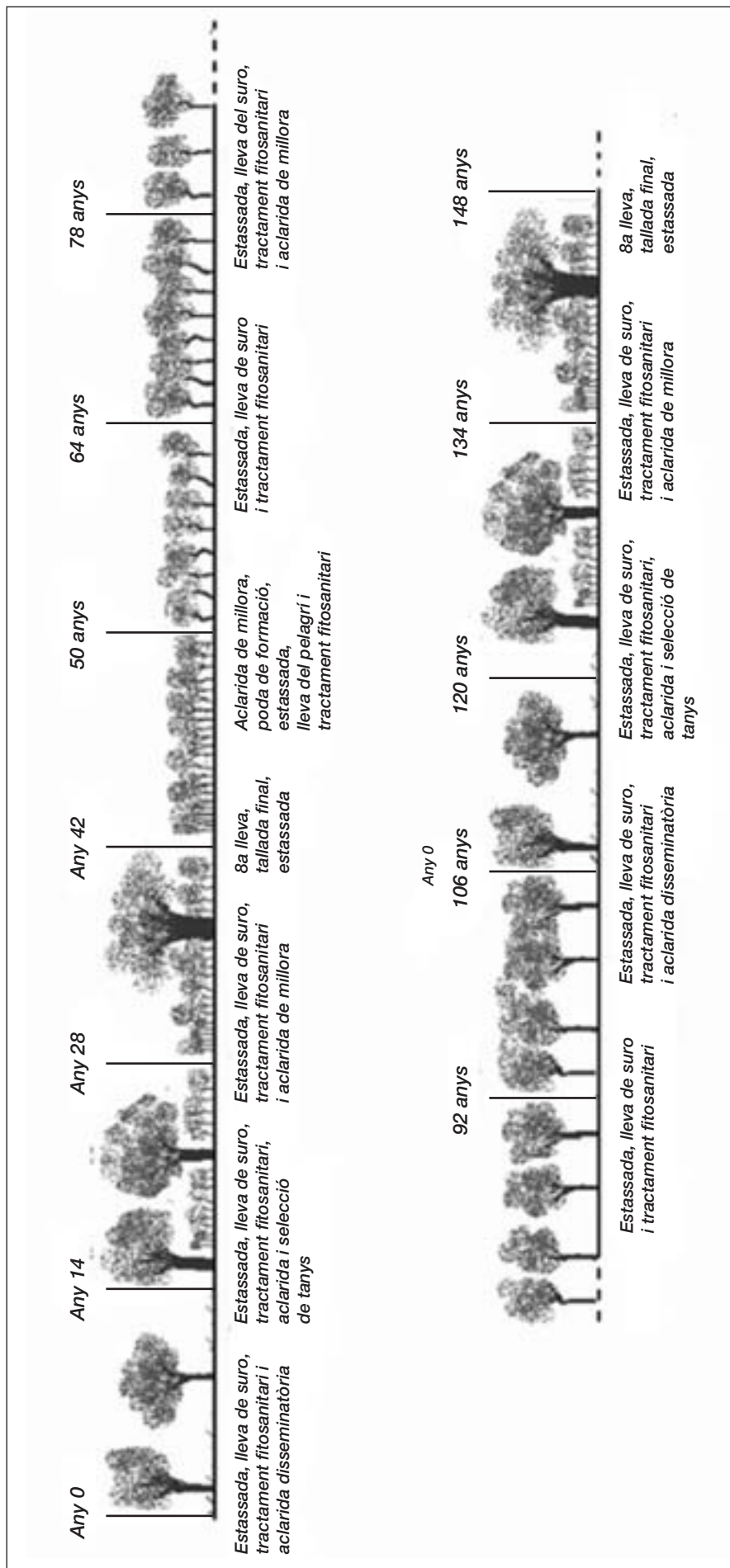
6.3. Model de gestió proposat

- Forma fonamental de bosc mitjà.
- Forma principal regular.
- Torn de tallada de màxima producció de suro, determinat pel moment en què es fa la 8a tallada de suro (uns 150 anys).
- Mètode de regeneració per aclarida successiva (disseminatòria, aclaridora i final).
- Aclarida de plançoneda i selecció de rebrots (no comercial) al cap de catorze anys, deixant uns 800 peus per ha.

Taula 4. Model de gestió per a suredes. Les densitats expressades són les de referència i tenen un caràcter orientatiu

Actuació	Tipus d'intervenció	Edat aprox.	Dg aprox.	Densitat inicial (peus/ha)	Densitat final (peus/ha)	Observacions
1a lleva	Estassades, peles, tractaments fitosanitaris i aclarides	50	>20	>500	500	Actuacions deficitàries
2a lleva	Estassades, peles i tractaments fitosanitaris	64	25	500	500	Actuacions deficitàries
3a lleva	Estassades, peles, tractaments fitosanitaris i aclarides	78	30	500	250	
4a lleva	Estassades, peles i tractaments fitosanitaris	92	35	250	250	
5a lleva	Estassades, peles, tractaments fitosanitaris i aclarides disseminatòries	106/0	40	250	120	Es deixen uniformement distribuïts els millors peus productors de suro i llavor
6a lleva	Pela de peus pare, tractaments fitosanitaris, aclarides de plançoneda i estassades	120/14	45	> 900 peus regenerat/ha	800 peus regenerat/ha	
				120 peus pare	120 peus pare	
7a lleva	Pela i aclarida de peus pare, tractaments fitosanitaris i estassades	134/28	50	800 peus regenerat	100 peus pare	Es deixen uniformement distribuïts els millors peus productors de suro i llavor
				120 peus pare		
8a lleva	Pela i tallada final de peus pare, tractaments fitosanitaris i estassades	148/42	55	800 peus regenerat	800 peus/ha	
				100 peus pare		

Figura 5. Esquema d'aplicació del model



7. Anàlisi econòmica

Per a la valoració econòmica del model s'ha utilitzat el mètode del Valor Actualitzat Net (VAN). Aquest mètode ens serveix per determinar l'alternativa, tècnicament viable, més rendible per als nostres costos de funcionament.

7.1. Paràmetres del balanç econòmic

Tots els paràmetres del balanç són indicats sense IVA. Per a l'actualització dels costos d'explotació s'ha fixat un augment anual del 3,25%. Per a l'actualització del valor dels productes forestals s'ha fixat un augment anual del suro del 3% i de les llenyes del 2,5%. El valor d'aquests productes s'ha considerat sempre a carregador.

Taula 5. Paràmetres del balanç econòmic

Cost actuacions	Valor	Fonts
Selecció de rebrots	600 €/ha	Associacions de propietaris forestals (APF)
Selecció de rebrots en edats avançades	1.200 €/ha	APF
Aclarides i tallades finals	Vegeu taula 7	APF
Pela	0,28 €/kg	Rendimientos Montoya, propietaris i costos salarials del Ministeri de Treball
Desemboscatge del suro	0,05 €/kg	
Tractament fitosanitari	54,05 €/ha	Propietaris, cost producte Conselleria MAIH i costos salarials del Ministeri de Treball
Podes baixes en <i>Quercus</i>	34,55 €/ha	Propietaris i costos salarials del Ministeri de Treball
Estassada manual	800 €/ha	APF, propietaris i costos salarials del Ministeri de Treball
Estassada mecanitzada	400 €/ha	APF, propietaris i costos salarials del Ministeri de Treball
Valor productes	Valor	Fonts
Llenyes de surera	21 €/t	APF, OTPMIF, Llotja de Vic
Llenyes d'alzina i arboç	45 €/t	APF, OTPMIF, Llotja de Vic
Suro de reproducció	1,65 €/t	APF, OTPMIF, Llotja de Vic
Suro de trituració	0,25 €/t	APF, OTPMIF, Llotja de Vic

Taula 6. Cost de processament per peu de *Quercus suber*: tallada, esbrancament i desem-boscatge fins a carregador

CD	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
a carregador	0,57 €	1,42 €	2,40 €	3,95 €	5,19 €	7,32 €	8,45 €	10,99 €	13,90 €	14,33 €	17,40 €

7.2. Resultats econòmics del model proposat

A partir de l'anàlisi dels resultats econòmics es poden deduir les conclusions següents:

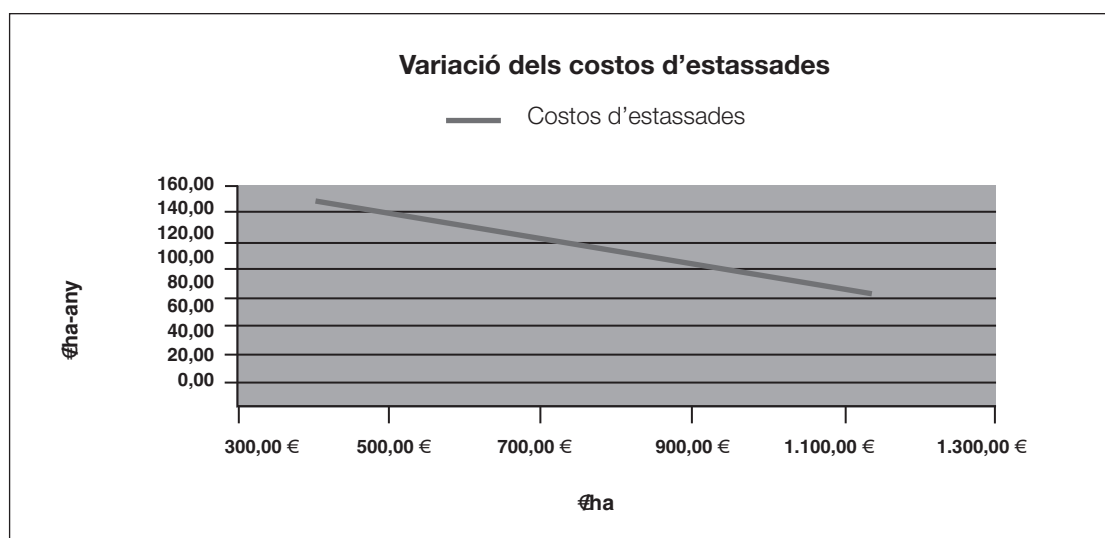
El model plantejat és el que presenta millors resultats econòmics i una major robustesa enfront de variacions raonables en els preus, els costos i les taxes d'actualització.

La resta de models considerats —irregulars peu a peu, regulars estrictes amb període de regeneració de vint anys i aquests mateixos amb les estassades cada set o catorze anys— van presentar resultats pitjors.

El VAN, expressat en € per hectàrea i any, d'un torn del model plantejat és de 112,27 €.

Aquest model presenta, a més, una elevada robustesa enfront de la variació en els costos d'estassar. Manté valors positius fins a costos de 2.085,00 €/ha. Vegeu la figura 6.

Figura 6. Variació dels costos d'estassades

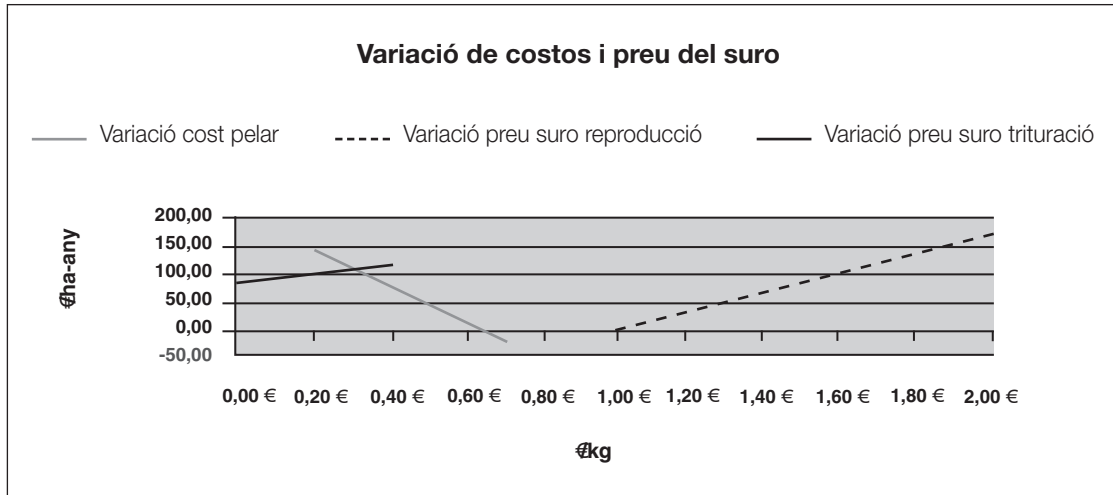


Com que els ingressos depenen bàsicament del preu del suro de reproducció, els models són fortament sensibles a increments o disminucions d'aquest preu. Una reducció del 35% en el preu del suro (1,00 €/kg), en igualtat de les altres condicions, comporta reduir a zero la rendibilitat.

Quant al preu del suro de trituració, les variacions en el seu preu no influeixen significativament en el VAN final.

El cost de pela torna a ser un element clau en la rendibilitat final del torn. Malgrat això, caldria un augment del 100% (0,6 €/kg) en el cost d'aquests treballs, expressats en diner actual, per reduir a zero la rendibilitat.

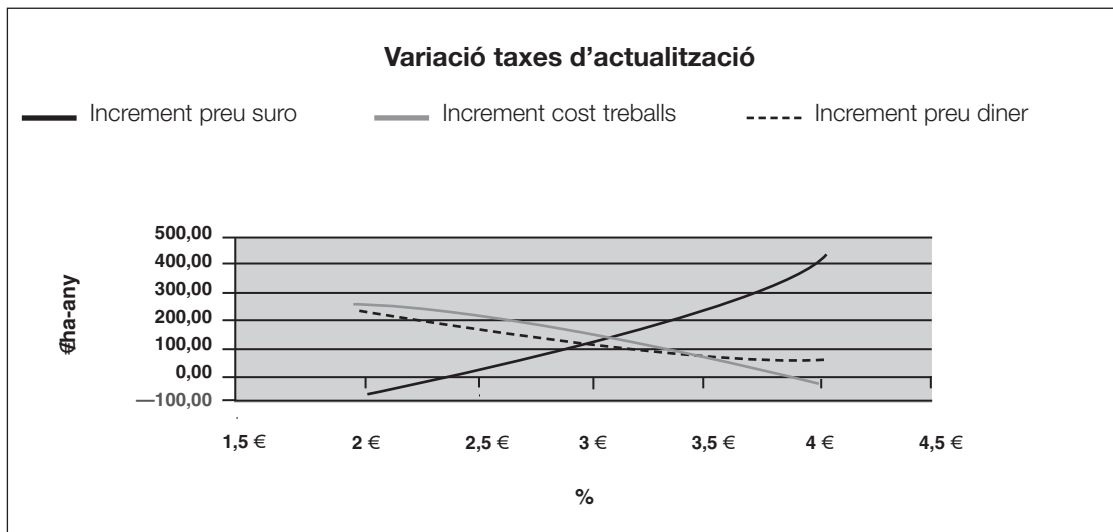
Figura 7. Valoració de costos i preu del suro



En les taxes d'actualització en el preu i el cost dels productes s'observa que caldria un increment anual del cost dels treballs per damunt del 3,8% o un increment anual del valor dels productes inferior a l'1,8% per fer nul·la la rendibilitat, en igualtat de les altres condicions.

La taxa d'actualització anual influeix en un ordre de magnitud semblant a la variació del cost dels treballs.

Figura 8. Variació en les taxes d'actualització anual



8. Adaptació de les formacions actuals al model

8.1. Introducció

Per a l'adaptació de les suredes del Montnegre i el Corredor al model de gestió proposat s'han definit itineraris silvícoles, que han d'ajudar el gestor a determinar l'actuació més adequada a cada moment.

De l'anàlisi efectuada de l'estat actual d'aquestes formacions, conjuntament amb la valoració econòmica del torn, s'ha arribat a les conclusions següents:

- El balanç global del torn és clarament positiu.
- Hi ha dues intervencions que, preses de manera aïllada, són deficitàries: la primera, aclarida i pela, i la segona, pela, ja que els productes obtinguts són d'escàs valor comercial.
- Si no es fan aquestes dues actuacions les suredes no produiran mai suro de qualitat i, per tant, no arribaran mai a ser autosostenibles econòmicament.
- El llarg període d'amortització d'aquestes actuacions, el risc elevat i l'escassa rendibilitat de la inversió les fan poc atractives per a l'inversor privat.
- L'Administració ha d'afavorir que es facin aquestes actuacions per reduir les inversions públiques a llarg termini.

Aquesta qüestió adquireix una gran importància per a les suredes del Montnegre i el Corredor, ja que la gran majoria es troben en fases de desenvolupament pròximes a aquestes dues actuacions. Per aquesta raó els itineraris proposats se centren en l'adaptació d'aquest tipus de formacions.

8.2. Itineraris silvícoles

Els itineraris plantejats se centren en la manera més eficient de gestionar els treballs de millora en suredes joves i de permetre'n l'entrada en producció.

Els itineraris s'han pensat i es presenten separadament per a les masses joves sense la primera pela feta o amb peles fetes fa més de vint anys (taula 7) i per a les masses amb la primera pela executada (taula 8).

Taula 7. Masses sense cap pela

Peus de suro/ha	Peus de 20 a 25 cm de diàmetre normal	Peus de 20 a 35 cm de diàmetre normal	Actuacions
	> 500		Adaptar al model: pelar 500 peus
> 250	< 500	> 250	Adaptar al model: pelar 250 peus
	< 500	< 250	No actuar

Taula 8. Masses amb una pela

Peus de suro/ha	Peus de 20 a 25 cm de diàmetre normal	Peus de 20 a 35 cm de diàmetre normal	Excés de peus totals	Actuacions
	> 500		>30%	Adaptar al model a la pròxima pela
			< 30%	Pelar quan toqui
	< 500	> 250	> 30%	Adaptar al model a la pròxima pela
			< 30%	Pelar quan toqui
	< 500	< 250		No actuar

Nota: les densitats expressades són les de referència i tenen caràcter orientatiu

Bibliografia bàsica

- ALEMANY, S. *Guia pràctica de Silvicultura*. Barcelona (1994).
- DARP. GENERALITAT DE CATALUNYA. *Estadístiques forestals*. Barcelona (2001).
- INSTITUT CATALÀ DEL SURO. <www.icsuro.com> (2005).
- INSTITUT MEDITERRANÉN DU LIÈGE. *Guia pràctica de subericultura para los Pirineos orientales* (1998). <http://www.institutduliege.com/guides.php>. Consultat el 2006.
- INSTITUTO CMC-IPROCOR. Junta de Extremadura. <www.iprocor.org> (2005).
- MADRIGAL *et al.* *Tablas de producción para los montes españoles*. Madrid (1999).
- MAPA. *Anuario estadístico de España 2005* (2006).
- MONTOYA, O. *Los alcornoques*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid (1988).
- MONTERO, G. y CAÑELLAS, I. *Manual de reforestación, cultivo y aprovechamiento del alcornoque* (1998).
- ROVIRA BLANCO, J. *Indústries i empreses del sector forestal a Catalunya*. Diputació de Barcelona (2005). Document no publicat.
- VIEIRA, J. *Subericultura*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid (1991).

Anàlisi del model per a suredes

Miguel Elena Rosselló

Director de l'Institut del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC/IPROCOR)

La proposta de model silvícola per a suredes privades de Catalunya presentat per a la comarca Montnegre-Corredor constitueix un exemple modèlic de document útil i operatiu destinat a facilitar la gestió.

Avui dia, en què el debat sobre el futur de les nostres suredes passa per la certificació, són necessàries eines de caràcter pràctic i conclusiu que permetin adoptar decisions als gestors i propietaris. En el cas concret de *Quercus suber*, ens trobem a l'any en què apareix el CIPS,¹ que, amb el suport de les associacions de productors i industrials del suro i les institucions especialitzades de tots els països mediterranis relacionats amb el sector, estableix el marc general del tractament productiu i sostenible d'aquest tipus de boscos.

La proposta analitzada s'adreça a les suredes del Montnegre i el Corredor, que a Catalunya són minoritàries, però no marginals. No obstant això, bona part de les seves conclusions són aplicables també a les suredes de la Selva o de l'Empordà.

L'anàlisi de l'estat actual ens presenta una sureda d'alta densitat i escàs diàmetre, la qual cosa perjudica la qualitat del producte i fa imprescindible una gestió activa i intensa.

L'estat actual, molt pròxim a l'abandó, amb un alt percentatge de peus de regeneració, exigeix aclarides intenses i la producció de llenya. Tanmateix, no compartim la condemna dels tanyes de rebrot perquè pensem que estan en condicions de produir suro d'aquí a tres o més torns assegurant rendes sureres més primerenques. D'altra banda, disposem de l'exemple de la Mâamora, al Marroc, on més del 95% dels peus productius prové de soca.

Quant al despelagrinatge, recomanem com ho fa el CIPS que s'iniciï als 70 cm de perímetre, i un coeficient de pela calculat més per raons d'operativitat que per criteris fisiològics, ja que el futur de la pela s'orientarà cap a la que sigui més fàcilment executable des de terra per l'operari, ajudat per equips que no s'adaptin bé al treball en altura. Ens referim a les màquines electròniques de ratllada ja operatives.²

En l'anàlisi de la producció suggerim que s'inclogui en el pla de gestió la realització de taules de PCM² (pes de suro/m² pelat), fàcils de fer i en general vàlides a escala comarcal.

Igualment proposem fer una anàlisi precisa dels calibres tant en la redacció del pla com en les decisions de fixació del torn efectiu (dotze-quinze anys). La tècnica disponible

1. *Codi Internacional de Pràctiques Suberícoles* (2006). C.E. Liège-Subernova. Edició en 5 llengües.

2. Estan disponibles les màquines STHILL i IPLA amb resultats satisfactoris.

permet la realització ràpida d'aquests mesuraments com també una bona aproximació a l'avaluació de la qualitat tecnològica esperada (Equip Coveless).³

L'anàlisi del mercat ens permet constatar un increment general del preu del suro en panna del 1998 al 2004 i un descens posterior. No obstant això, l'evolució de les diferents qualitats ha estat de vegades contradictòria. La cotització dels pelagrins i dels rebuigs està estabilitzada des del 2000, i la dels prims puja al ritme del suro de taps. Això ens porta a una reflexió sobre la decisió de l'extracció d'acord amb el calibre real i el mercat de dues classes de panna: suro de taps i prim.

El mercat pot aconsellar reduir el torn des de quinze a dotze anys i fins i tot menys segons les estacions amb evidents beneficis de gestió. Podem també modificar l'alçada de pela per reduir el calibre o bé per augmentar-lo, incidint en el primer cas en la reducció del torn.

En conclusió, i amb les matisacions ja expressades, considerem idoni el model de gestió proposat. Compartim la forma fonamental i la forma principal proposades. El torn d'extracció ha de quedar sotmès a decisió econòmica entre dotze i quinze anys. Finalment, el mètode de regeneració adoptat ens sembla l'oportú, si bé el període de regeneració s'hauria d'escurçar a vint anys.

Proposem a l'autor la consideració d'aquests suggeriments i la seva incorporació als diferents quadres d'operacions i de balanç econòmic si té l'amabilitat d'adoptar-los.

3. Equip d'avaluació de calibre i qualitat del suro en arbre.

Proposta de model silvícola per a boscos privats d'alzina (*Quercus ilex*) i roure (*Q. humilis*, *Q. faginea* i *Q. cerrioides*)

Joan Carles Ángel i Hernández

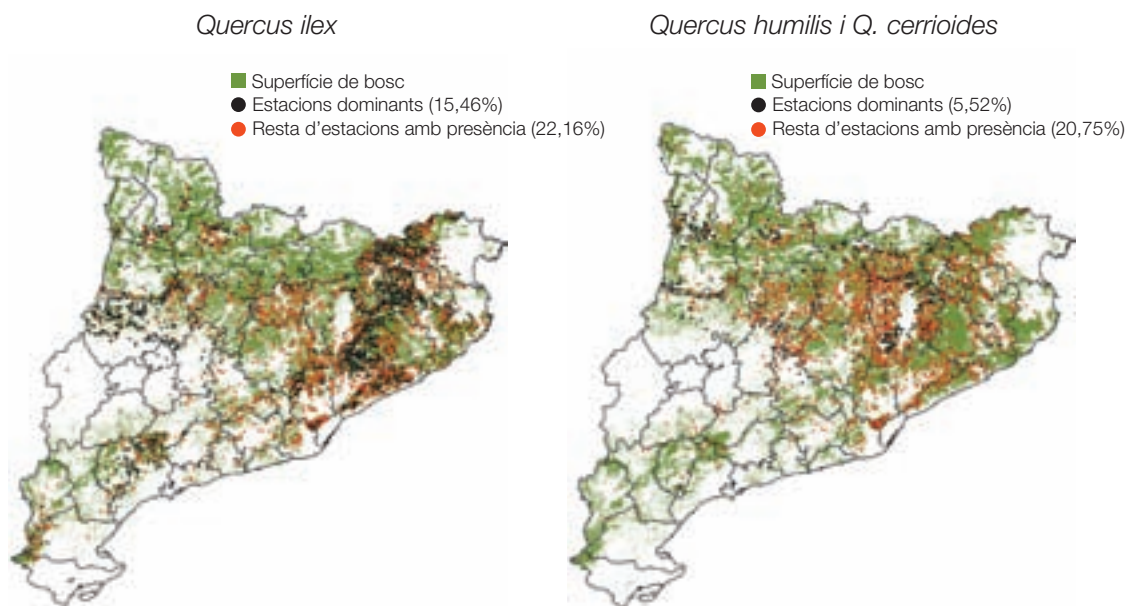
Enginyer de boscos. Associació de Propietaris Serra de Bellmunt-Collscabra (Osona)

1. Distribució de l'espècie a Catalunya

El model proposat en aquest document va ser ideat inicialment per a l'alzina i adaptat posteriorment al roure cerrioide. Sota la denominació de roure cerrioide s'han inclòs els roures de creixement més lent i propis de les regions mediterrànies; bàsicament es tracta de dues espècies, *Quercus humilis* i *Quercus faginea* i el seu híbrid *Quercus x cerrioides*. Aquesta proposta, per tant, no va adreçada a la gestió de masses de *Quercus petraea* ni *Quercus robur*.

L'alzinar és el tercer tipus de bosc a Catalunya i ocupa unes 185.000 hectàrees, mentre que *Quercus humilis*, *Q. faginea* i *Q. x cerrioides* ocupen 75.000 ha.

Figura 1. Distribució d'alzina i roure cerrioide



Font: Inventari ecològic i forestal de Catalunya. CREAM

Es tracta, en general, de masses denses, de diàmetres petits, amb diversos rebrots a cada soca, alçades reduïdes i ports sovint arbustius. La bona regeneració sota pinedes d'ambdues espècies, juntament amb la bona resposta en els grans incendis de la Catalunya central, fan pressuposar l'augment de la superfície d'alzinar i roureda als pròxims anys.

2. Gestió tradicional i actual

Segons Alemany (1994), l'alzina a Catalunya s'ha tractat tradicionalment com a bosc baix per a la producció de llenya i carbó. En el passat es tractava de torns de deu a quinze anys, per a l'obtenció de carbó, si bé més recentment la tendència ha estat a allargar els torns per a l'obtenció de llenyes.

En el cas de *Quercus humilis* i *Q. faginea*, segons Alemany (1994), el tractament tradicional també és el bosc baix per a la producció de llenya, però amb dues variants: la tallada arreu amb torns de vint a quaranta anys o bé la tallada cada quinze-vint anys d'entre el 50 i el 60% de les existències, deixant els brots més prometedors per a la tallada següent.

Tant l'alzina com el roure cerriode mostren una bona capacitat de regeneració per rebrot de soca, la qual cosa permet el tractament de bosc baix. Segons Montoya (1993), les soques d'alzina tractades com a bosc baix conserven la capacitat de rebrotar, com a mínim, fins als 200-300 anys. La bibliografia, en general, no recomana rotacions inferiors als quinze anys per causa de l'esgotament de les soques.

San Miguel (1992) proposa tractar l'alzina com a bosc baix regular per produir llenya, mitjançant tallades arreu, amb o sense reserva d'arbres, en torns compresos entre vint-i-cinc i trenta anys.

A Itàlia, Bernetti (1995) argumenta que el tractament de bosc baix per a llenya és l'únic sistema silvícola que pot oferir una producció comercial. Proposa torns de trenta a quaranta anys i destina el tractament com a bosc alt només per a funcions protectores, estètiques, recreatives o de producció d'aglà.

A França, Ducrey (1992) proposa tractar l'alzina com a bosc baix regular (*taillis simple*) en torns de trenta-quaranta anys, mitjançant tallades arreu, respectant cortines d'arbres als marges de camins o dins de les zones per millorar la qualitat estètica de la massa.

En boscos privats a Catalunya, alguns plans tècnics de gestió i millora forestal proposen tractar l'alzina com a bosc baix o mitjà irregular peu a peu, i tracten d'ajustar la massa a una corba ideal. En general, preveuen rotacions de quinze a vint anys i un diàmetre màxim de tallada d'uns 25 cm, encara que sovint l'aplicació pràctica d'aquest model és la recol·lecció de manera anàrquica d'arbres arribats a un diàmetre òptim per a llenya.

Taula 1. Algunes corbes de distribució ideal per a alzina proposades en PTGMF de la zona de la serra de Bellmunt i del Montnegre-Corredor

CD	Corba 1	Corba 2	Corba 3	Corba 4	Corba 5
5		500	416	400	360
10	550	350	268	260	300
15	390	200	173	150	250
20	170	150	111	80	210
25		50	72		
30		25	46		
35			30		

3. Anàlisi del mercat de productes forestals

Abans de proposar un model, s'ha fet un estudi del sector del mercat dels productes forestals a Catalunya, el qual conclou que la llenya és pràcticament l'únic producte amb un mínim volum comercialitzat que s'obté a partir de l'alzina i el roure cerrioide.

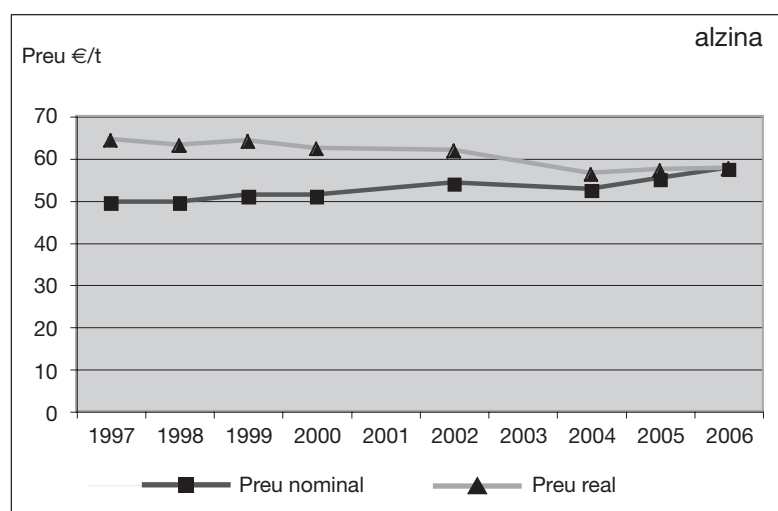
Es tracta d'un mercat local que compra llenya en tronc i ven llenya tallada a poca distància. Els consums de les serradores són molt baixos, ja que moltes són creades per rema-tants i tenen la funció de lloc de treball quan fa mal temps i no poden fer feines forestals al bosc. En general són serradores poc modernitzades i de funcionament molt manual amb escàs personal.

En una primera radiografia del sector, es van fer entrevistes a disset serradores de llenya de les comarques de Barcelona i solament en una d'elles es va manifestar un consum considerable, amb unes 12.000 tones l'any. Cinc serradores consumeixen entre 1.500 i 2.000 tones l'any i la resta no arriba a consumir 1.000 tones anuals. Val a dir que es tracta d'un mercat poc transparent i d'escassa credibilitat pel que fa als consums.

Una dada que convé destacar és que gairebé a la totalitat de les serradores manifesten que tenen assegurat més del 75% del seu consum, la qual cosa obliga a fer un esforç en la recerca de nous mercats.

Pel que fa al preu de la llenya, sembla que els últims anys es comença a notar una tendència a l'augment de preus, potser motivada per la pujada dels preus dels combustibles fòssils. En les figures 3 i 4 s'observa que el preu nominal de la llenya ha augmentat tímidament els últims deu anys, però és només des de fa dos anys que aquesta puja és més gran que la inflació.

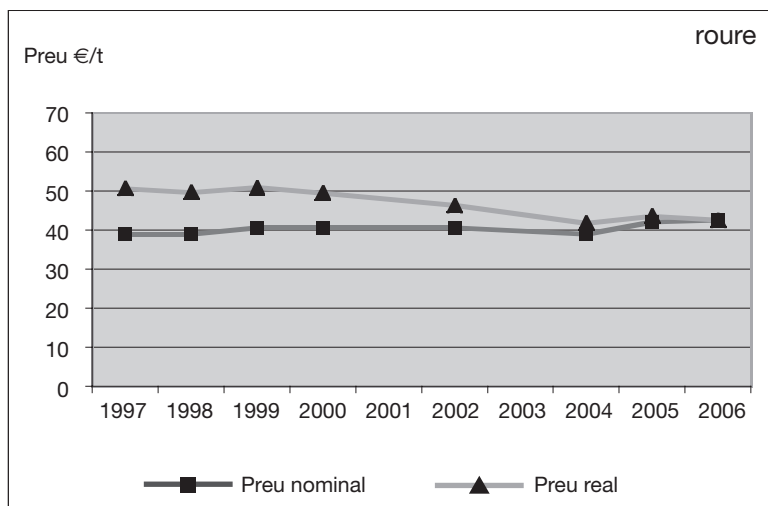
Figura 3. Evolució del preu de la llenya d'alzina a serradora



Fonts: Diputació de Barcelona, Butlletí del mercat de productes forestals a Catalunya i Centre de la Propietat Forestal, revista Silvicultura

La diferència de preu entre la llenya d'alzina i la de roure al mercat català és encara considerable, la qual cosa obliga a buscar mercats en què no es distingeix entre la llenya d'alzina i la de roure.

Figura 4. Evolució del preu de la llenya de roure a serradora



Fonts: Diputació de Barcelona, Butlletí del mercat de productes forestals a Catalunya i Centre de la Propietat Forestal, revista Silvicultura

4. Estudi d'alternatives

El model proposat es planteja únicament per a zones de producció forestal prioritària, és a dir, en queden exclosos els boscos en què no sigui possible la mecanització del desem-boscatge de la llenya, això és, aquells que estiguin situats a més de 70 metres d'un camí i que no siguin transitables per maquinària. També se n'exclouen els alzinars i les rouredes situats sobre sòls pobres, amb fenòmens erosius actius o amb pendents superiors al 60%, a més dels boscos amb algun valor ecològic o recreatiu singular.

Als boscos de producció prioritària es fixen els objectius següents:

- Obtenir llenya de manera eficient i perenne
- Augmentar el vigor de les masses
- Reduir el combustible present al bosc

Quant a la forma fonamental de la massa, hi ha bàsicament dues alternatives: els tractaments de bosc baix i els de bosc alt.

L'estudi del mercat de productes deixa clar que la millor opció és orientar la silvicultura a l'obtenció de llenyes. Per a aquest objectiu, tant la bibliografia com la gestió tradicional i fins i tot la gestió actual coincideixen que la forma fonamental de la massa ha de ser bosc baix.

Encara que a bosc baix l'estructura irregular o regular de les masses perdi força el sentit, el fet que determinats instruments d'ordenació plantegin tractaments de bosc baix irregular ha obligat a valorar les dues alternatives. Tant la bibliografia consultada com la gestió tradicional orienten la gestió a les estructures regulars a partir de tallades finals intenses que provoquen la regeneració per rebrot.

Les masses regulars són més fàcils de gestionar i no són necessaris els marcatges, que sí que en serien en el cas de pretendre ajustar un alzinar o una roureda a una determinada corba lineal.

El desemboscatge de la llenya és menys costós amb densitats finals baixes. Els models irregulars proposen densitats finals de més de mil peus per hectàrea, amb la qual cosa es complica enormement el desemboscatge.

Amb un model regular s'obté un producte més homogeni, ja que es busca que els arbres tinguin un diàmetre similar entre ells, contràriament als models irregulars, en què la pretensió d'ajustar la massa a una corba ideal obliga a aprofitar diferents diàmetres.

Tots aquests arguments porten a proposar un tractament de bosc baix per a l'alzina i el roure cerrioide.

5. Descripció del model

Els criteris silvícoles que serveixen de base al model són els següents:

Tractament: Bosc baix regular adaptat —*taillis étagé*, segons Amandier, L. (1996)

Torn: Tecnològic per a llenya, determinat pel moment en què el diàmetre mitjà és de 17 cm

Intervencions:

1. Selecció de rebrots (no comercial) als vuit-deu anys
2. Tallada final als trenta-quaranta anys amb reserva d'arbres amb criteri econòmic i paisatgístic. Tallada dels arbres reservats en la selecció de rebrots següent

Si s'observen dificultats en el rebrot de soques es buscarà la regeneració sexual, respectant els peus reservats el temps necessari fins a assegurar-la.

El model es concreta, doncs, en dues intervencions: una selecció de rebrots i una tallada final.

Primera actuació. Selecció de rebrots

Objectiu:

- Maximitzar la producció concentrant-la en un nombre determinat de peus.

Moment de la intervenció:

- Al cap de vuit-deu anys de la tallada final o després d'un incendi.

Condicions tècniques:

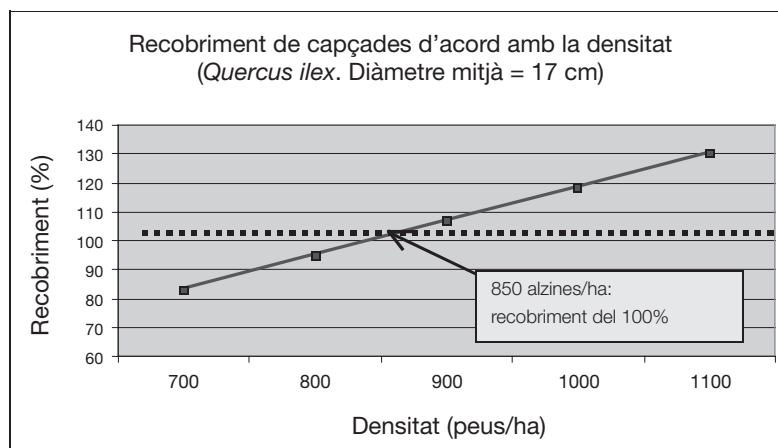
- Selecció d'un o dos rebrots per soca per aconseguir una densitat final d'uns 900-1.000 peus/ha. Se'n respecten els més rectes, sans i vigorosos.
- Tallada dels peus reservats en la tallada final.
- Reducció de restes de tallada *in situ* en fragments de menys d'un metre.
- Eixermada de penetració quan sigui necessària.

Justificació tècnica:

Per establir el moment òptim de la selecció de rebrots, el model es basa en el seguiment de la selecció de rebrots en roure i alzina després dels incendis de 1994 i de 1998, que aconsella efectuar l'operació fins als vuit-deu anys d'edat, ja que si es fa als sis anys es produeix una quantitat més elevada de nous rebrots (Obon, 2005), mentre que en edats més avançades el cost de l'actuació s'encareix.

Una altra qüestió que es planteja és determinar la densitat que permet optimitzar el creixement repartint-lo en el mínim nombre de peus que es pugui. Per fixar la densitat de rebrots per seleccionar, s'ha tingut en compte que, segons l'inventari del CREAM, el diàmetre de capçada mitjà d'una alzina de diàmetre 17 cm és de 3,88 m. Segons això, una densitat final de 850 peus/ha permet arribar al final del torn amb creixement lliure de capçades. Si bé no sembla convenient eliminar tots els rebrots en una soca ja que es produeix una forta rebrotada induïda, es proposa deixar una densitat lleugerament superior, entre 900 i 1.000 peus/ha en espera de resoldre aquesta qüestió.

Figura 5. Recobriment mitjà de capçades d'acord amb la densitat de peus, per a alzines de 17 cm de diàmetre



Segona actuació. Tallada final

Objectiu:

- Regenerar el bosc per rebrot i obtenir un volum de llenya.

Moment de la intervenció:

- Quan el diàmetre mitjà és de 17 cm (trenta-quaranta anys).

Condicions tècniques:

- Es reserven un màxim de 400 peus/ha, distribuïts homogèniament i de diàmetres intermedis (15-20 cm).
- Reducció de restes de tallada *in situ* en fragments de menys d'un metre i amb una alçada inferior als 50 cm sobre el terra.
- Eixermada de penetració quan sigui necessària per a la correcta execució de la resta de treballs.

Justificació tècnica:

En les figures 6 i 7 es pot observar la diferència en el creixement en diàmetre entre una zona amb profunditat de sòl i aspecte general de bona qualitat d'estació i una altra zona amb escassa profunditat de sòl i aspecte de baixa qualitat d'estació, totes dues situades al municipi de Sant Pere de Torelló.

Les edats són determinades a partir del comptatge d'anells de creixement a partir d'alzines tallades en una tallada experimental. Tot i que cal prendre les dades amb reserves, s'intueix que en zones de bona fertilitat les alzines poden assolir els 17 cm de diàmetre normal als trenta anys, mentre que en zones menys fèrtils no arriben a assolir els 15 cm a la mateixa edat. En ambdós casos, la densitat d'alzines al moment de la tallada superava els 2.000 peus/ha, amb la qual cosa sembla lògic pensar que en masses menys denses el creixement diametral podria ser més gran.

Figura 6. Relació edat/diàmetre d'alzines en una zona fèrtil a Sant Pere de Torelló (Osona)

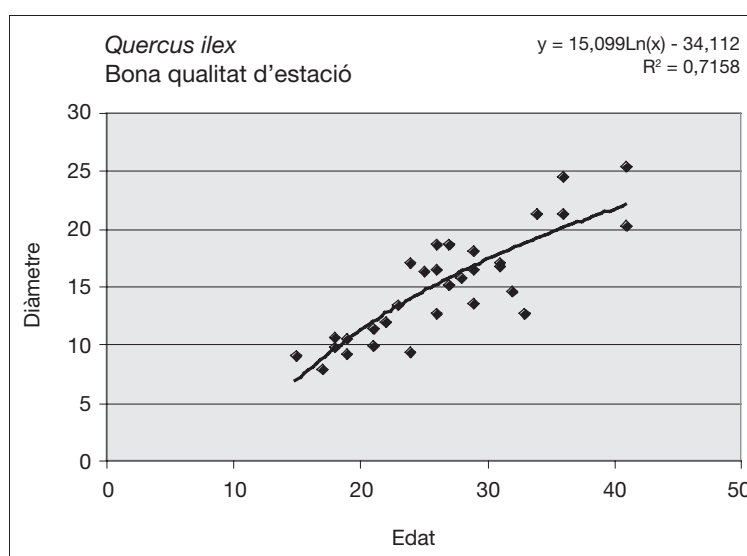
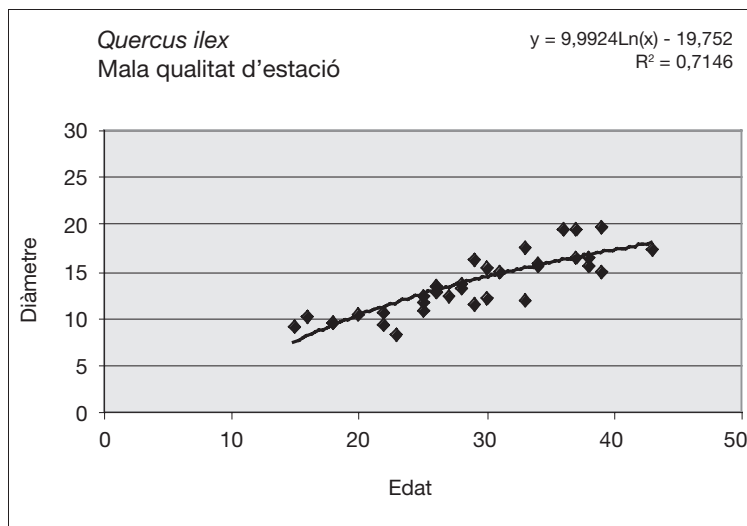


Figura 7. Relació edat/diàmetre d'alzines en una zona poc fèrtil a Sant Pere de Torelló (Osona)



Les equacions resultants semblen confirmar que per obtenir un diàmetre final d'entre 15 i 20 cm, que és un diàmetre òptim per a llenya, s'hauria d'anar a torns d'entre vint-i-cinc i trenta anys en zones de bona qualitat d'estació i de trenta-cinc a quaranta anys en zones de pitjor qualitat.

Un altre element de discussió en la tallada final és el nombre de peus per hectàrea que cal reservar. D'una banda, com menys peus es reservin més gran serà el volum de llenya aprofitat i millorarà el benefici econòmic, però, d'altra banda, tractant-se de boscos privats i amb poca superfície en molts casos, és interessant evitar que la selecció de rebrots al cap de vuit o deu anys no sigui econòmicament negativa.

Si es reserven uns 400 peus/ha, es cobreixen els costos de la posterior selecció de rebrots, alhora que disminueix l'impacte visual amb relació a una tallada arreu i permet intervenir al mateix temps en una superfície gran.

L'espaiament final, que estableix un marc de 5x5 m entre peus, permet el trànsit de maquinària i el desemboscatge de la llenya. La regeneració per rebrot queda assegurada per tal com arriba prou llum a les soques per estimular amb força la nova rebrotada.

Malgrat tot, cal preveure una possible rebrotada induïda després de la primera selecció de rebrots, sobretot en el cas de l'alzina. També cal tenir en compte que passen entre vint i trenta anys sense actuar, amb la consegüent acumulació de combustible al bosc. Per aquests motius, es planteja la possibilitat de fer una tercera intervenció que se situaria entre la selecció de rebrots i la tallada final.

Possible tercera actuació. Segona selecció de rebrots

Aquesta actuació és deficitària, pren un caràcter secundari i es faria només si les condicions de finançament ho permetessin.

Objectiu:

- Eliminar la rebrotada induïda després de la primera selecció de rebrots.

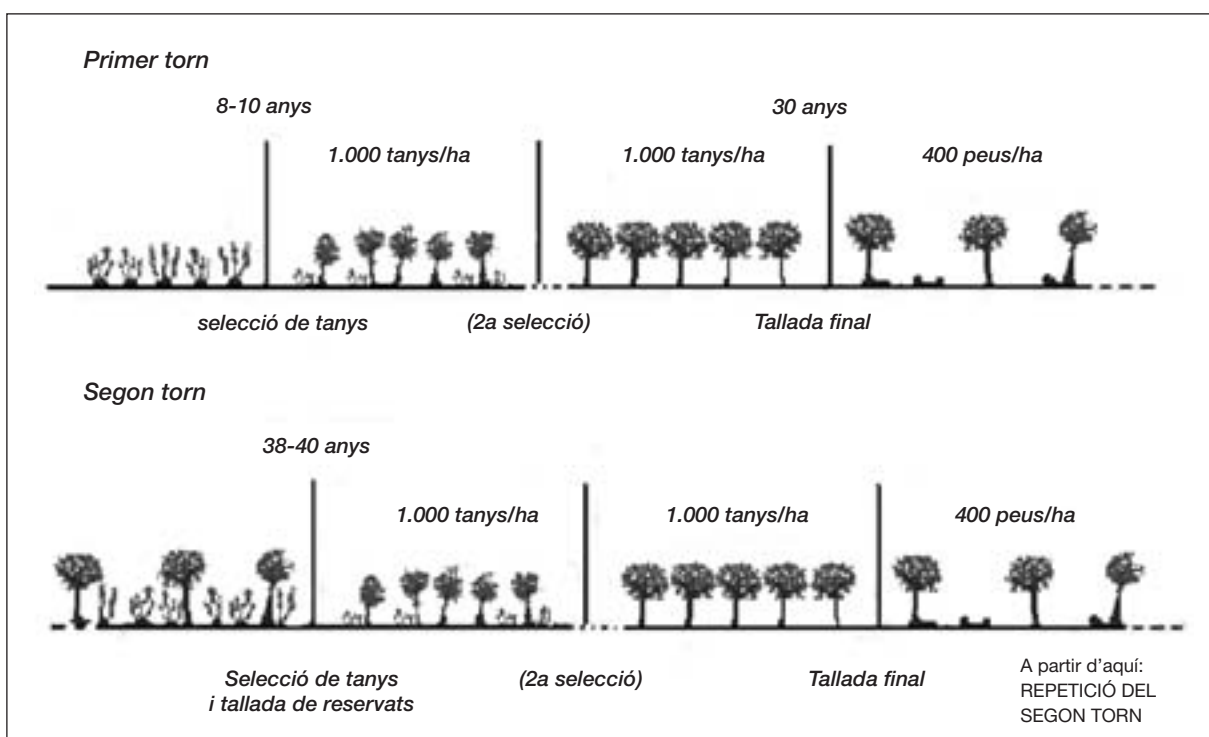
Moment de la intervenció:

- Als divuit-vint anys. De vuit a deu anys després de la primera selecció.

Condicions tècniques:

- S'eliminen tots els rebrots produïts amb posterioritat a la selecció de rebrots.
- S'intervé sobre l'estrat arbustiu.

Figura 8. Model proposat per a alzina i roure



6. Anàlisi econòmica

Es presenten a continuació els balanços econòmics de les diferents intervencions previstes en el model proposat.

Taula 2. Balanç econòmic de la selecció de rebrots

	Alzina	Roure
Volum aprofitat	30,5 t/ha	39 t/ha
Preu a carregador	48 €/t	32 €/t
Ingressos de la llenya dels 400 peus/ha reservats	1.464 €/ha	1.248 €/ha
Cost de selecció de rebrots		-360 €/ha
Cost de l'eixermada de penetració		-300 €/ha
Cost de tallar, reduir restes de tallada i extreure llenyes a carregador (22 €/t)	-671 €/ha	-858 €/ha
Balanç (diner actual)	133 €/ha	-270 €/ha

El càlcul de la quantitat de llenya aprofitada en cada intervenció s'ha estimat a partir dels volums unitaris de l'Inventari ecològic i forestal de Catalunya, considerant que la densitat és d'1 t/m³. Segons aquest inventari, el volum unitari mitjà de l'alzina de diàmetre normal entre 15 i 20 cm és de 76 dm³ i el del roure cerrioide, de 97 dm³.

El cost de la selecció de rebrots es basa en un cost mitjà pagat en les actuacions fetes després d'incendis per les Associacions de Propietaris de la Catalunya Central.

El cost de l'eixermada de penetració és estimat a partir d'actuacions fetes per l'Associació de Propietaris del Montnegre-Corredor.

El preu per tona de la tallada i el desemboscatge s'ha consultat en el *Butlletí del Mercat dels Productes Forestals a Catalunya* de la Diputació de Barcelona.

Taula 3. Balanç econòmic de la segona selecció

Ingressos de llenyes	0
Cost de l'eixermada i la selecció sobre peus competidors	-500 €/ha
Balanç (diner actual)	-500 €/ha

El seguiment del tractament de selecció de rebrots de roure i alzina sembla indicar que la segona selecció de rebrots podria ser prescindible en el cas del roure.

Cal recordar que aquesta actuació pren un caràcter secundari i es farà solament si les condicions de finançament ho permeten.

Taula 4. Balanç econòmic de la tallada final

	Alzina	Roure
Volum aprofitat	46 t/ha	58 t/ha
Preu a carregador	48 €/t	32 €/t
Ingressos de la llenya	2.208 €/ha	1.856 €/ha
Cost de l'eixermada de penetració	-300 €/ha	
Cost de tallar, reduir restes de tallada i extreure llenya a carregador (22 €/t)	1.012 €/ha	-1.276 €/ha
Balanç (diner actual)	896 €/ha	280 €/ha

Tot i que el volum aprofitat és més gran en el cas del roure que en el de l'alzina, la diferència de preu al mercat provoca que el balanç de l'operació sigui molt millor en el cas de l'alzina.

Taula 5. Balanç econòmic del torn en diner actual

	Alzina	Roure
Selecció de rebrots amb tallada de peus reservats	133 €/ha	270 €/ha
Segona selecció de rebrots i eixermada	0 /(-500) €/ha	-
Tallada final	896 €/ha	280 €/ha
Balanç del torn (diner actual)	1029 /(529) €/ha	10 €/ha
Balanç anual (diner actual)	34,30 /(17,63) €/ha/any	0,33 €/ha/any

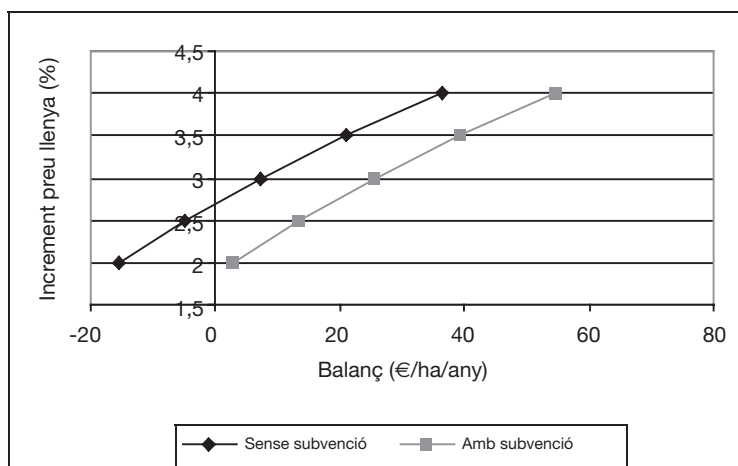
En el cas del roure, l'anàlisi econòmica ratifica la importància de trobar mercats en què la llenya de roure es valori més.

Aquest balanç no té en compte l'increment de costos d'explotació ni del preu de la llenya al llarg del torn, per la qual cosa es fa una anàlisi de robustesa del mètode d'acord amb la variació en l'increment del preu de la llenya.

Per estudiar com es comporta el model davant d'aquestes possibles variacions, s'han analitzat quatre escenaris entre una infinitat d'escenaris possibles.

Escenari 1

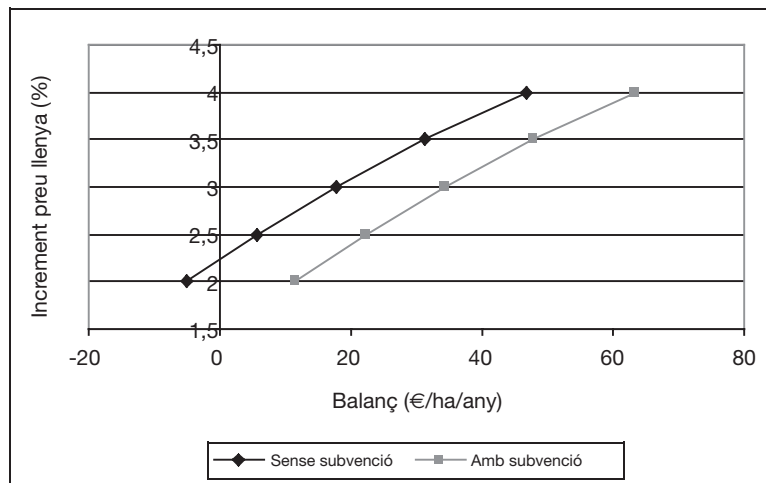
Alzina
Torn = 30 anys
Inflació = 3%
Increment de costos d'explotació = 3,5%



En aquestes condicions el model es mostra robust davant de l'increment del preu de la llenya; s'observa que en cas de no efectuar la segona selecció de rebrots o en el cas de fer-la amb una subvenció del 100%, el balanç millora notablement.

Escenari 2

Alzina
 Torn = 30 anys
 Inflació = 3%
 Increment de costos d'explotació = 3%

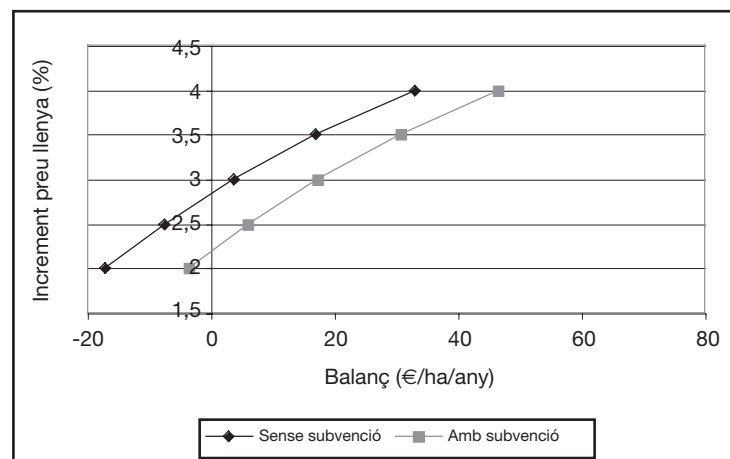


El model millora notablement en cas que els costos d'explotació creixin al mateix ritme que la inflació.

Escenari 3

Alzina
 Torn = 40 anys
 Inflació = 3%
 Increment de costos d'explotació = 3,5%

El model es comporta acceptablement a les zones de qualitat mediocre en què s'ha d'allargar el torn, ja que els balanços són poc pitjors que els obtinguts en l'escenari 1.



Escenari 4

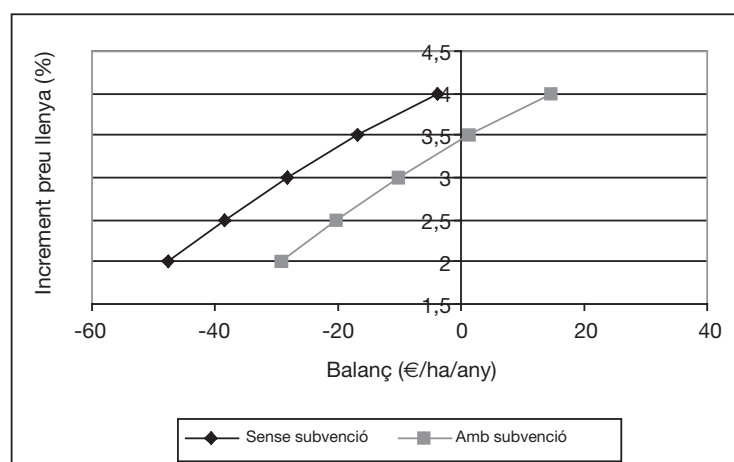
Roure

Torn = 30 anys

Inflació = 3%

Increment de costos d'explotació = 3%

En el cas del roure, el balanç només és positiu si no s'efectua la segona selecció i sempre que el preu de la fusta augmenti almenys de la mateixa manera que els costos dels treballs.



7. Itineraris silvícoles

Per adaptar les masses actuals al model proposat es detallen a la taula 6 els itineraris silvícoles que cal seguir segons quin sigui l'estat inicial de la massa.

Taula 6. Itineraris silvícoles proposats per a masses d'alzina i roure cerrioide

Bosc actual				Actuacions		Bosc objectiu
Tipus	Diàmetre mitjà	Densitat rebrots/ha	Densitat soques/ha			
Q.1	>17 cm	>500	>150	Tallada final (d = 400 peus/ha)		Selecció de rebrots als 8-10 anys Bosc ordenat
Q.2		>500	<150	Deixar un peu per soca, mantenint un mínim de 400 peus/ha		Afavorir la regeneració sexual i esperar que sigui Q.1
Q.3	<17 cm	>1.200		Dg <12 cm	Selecció de rebrots	Deixar créixer fins a arribar a ser Q.1 Q.1
				Dg de 12 a 17 cm	Tallada final	Reservar entre 400 i 700 peus/ha d'acord amb el diàmetre (recobriment = 40%) Bosc ordenat
Q.4		<1.200		Deixar créixer fins a arribar a un diàmetre mitjà de 17 cm		Q.1 Q.2
Q.5	Zones afectades per perturbacions (incendis, sequera, plagues, etc.)		Tallada sanitària amb reserva de 400 peus/ha sans, si n'hi ha		Selecció de rebrots als 8-10 anys	Bosc ordenat

Bibliografia consultada

ALEMANY, S. *Guia pràctica de silvicultura*. 1994.

AMANDIER, L. «Quelle gestion pour les forêts privées de Chêne blanc et de Chêne vert en région Provence-Alpes-Côte d'Azur?», *Forêt Méditerranéenne*, t. XVII, núm. 3 (juliol, 1996).

BERNETTI, G. *Silvicultura speciale*. 1995.

DUCREY, M. «Quelle sylviculture et quel avenir pour les taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L.) de la région méditerranéenne française». *Rev. For. Fra.*, t. XLIV (1992).

—«Recherches et expérimentations sur la conduite sylvicole des peuplements de chêne vert», *Forêt Méditerranéenne*, t. XVII, núm. 3 (juliol, 1996).

GONZÁLEZ-OCHOA, A. «Evolución de un encinar de monte bajo tras distintas intensidades de resalveo seis años después del fuego. Resultados preliminares», Actas del III Congreso Forestal Español.

GUIRAUD, A. «Chêne vert et chêne pubescent en Languedoc-Roussillon. Plans simples de gestion des forêts privées», *Forêt Méditerranéenne*, t. XVII, núm. 3 (juliol, 1996).

MONTOYA, O. *Encinas y encinares*. Madrid, 1993.

OBON, B. *Resposta dels boscos de rebrot d'alzina i roure a tractaments de selecció de tanys després dels incendis de 1994 i 1998 a la Catalunya Central*. PFC ETSEA UdL, 2005.

RODA, J. M. *et al.* «Aspects économiques de la production de parquet massif de chêne vert», *Forêt Méditerranéenne*, t. XXV, núm. 2 (juny, 2004).

ROVIRA BLANCO, J. *Indústries i empreses del sector forestal a Catalunya*. OTPMIF, 2005.

SAN MIGUEL, A. «I jornadas de selvicultura mediterránea», Madrid, 9-13 de març de 1992.

SANTELLI, J. «Choix des objectifs et des modes de traitement des chênaies vertes et pubescentes gérées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur par l'ONF», *Forêt Méditerranéenne*, t. XVII, núm. 3 (juliol, 1996).

SERRADA, R. «Resalveo de conversión en monte bajo: estimación del rebrote en función del peso de clara aplicado», Actas del II Congreso Forestal Español.

SERRADA, R. *et al.* «Conversión de montes bajos». A: *Gestión sostenible de los bosques*. CTFS, 1996.

Propostes del model silvícola per a boscos de pi pinyer (*Pinus pinea*) en boscos privats

Pablo Navascués Ramos

Enginyer de munts. Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

1. Característiques de l'espècie

1.1. Aspectes ecològics generals

El pi pinyer és una espècie exigent quant a temperatura i llum, tolerant a la sequera, capaç de desenvolupar una potent arrel axiforme i sensible a les glaçades. Aquesta espècie prefereix sòls sorrencs i permeables i suporta malament sòls pesants i argilosos.

A la serralada litoral de Catalunya se situa en sòls granítics i pissarrencs, de textura arenosa amb baixos continguts d'argiles, i en general amb escasses quantitats húmiques als estrats superiors.

Al litoral les temperatures són suaus amb glaçades escasses i poc intenses. Cap a l'interior, a mesura que augmenta la continentalitat, aquestes glaçades són més freqüents i intenses. Les precipitacions anuals no hi són gaire altes (550-650 mm), però no hi ha uns llargs períodes d'aridesa per causa de les pluges estivals i autumnals, i humitat ambiental. La distribució pluviomètrica al llarg de la costa és més homogènia que a l'interior.

En el present document es descriurà les característiques d'un model aplicable a les masses del pi pinyer en l'àmbit mediterrani, i més concretament a les masses de la serralada litoral catalana i certes zones de la plana del Vallès i la Selva, on es concentra una gran part de les masses de Catalunya.

1.2. La producció de pinya

El pi pinyer destaca per l'aprofitament de pinyons, ja des de temps prehistòrics, per la qual cosa la distribució d'aquesta espècie ha estat sempre molt lligada a factors antròpics.

Les floracions abundants comencen a partir dels trenta-quaranta anys (amb diàmetres de 5 cm o més). Les pinyes necessiten un període productiu de tres anys per al seu total desenvolupament. Els pinyons, coberts d'una capa dura i llenyosa, són pesants i manquen d'ales, la qual cosa en fa difícil una disseminació, factor que contribueix en les decisions silvícoles de regeneració.

Es produeix una bona fructificació cada tres anys; la resta acostumen a ser molt menors, amb produccions de fins al 20%.

Els factors que influeixen en la producció de pinya són d'origen climàtic, d'influència genètica i d'estructura de la massa. Les experiències que quantifiquen la importància dels tractaments silvícoles en la producció de pinya són escasses; encara més als boscos privats de Catalunya.

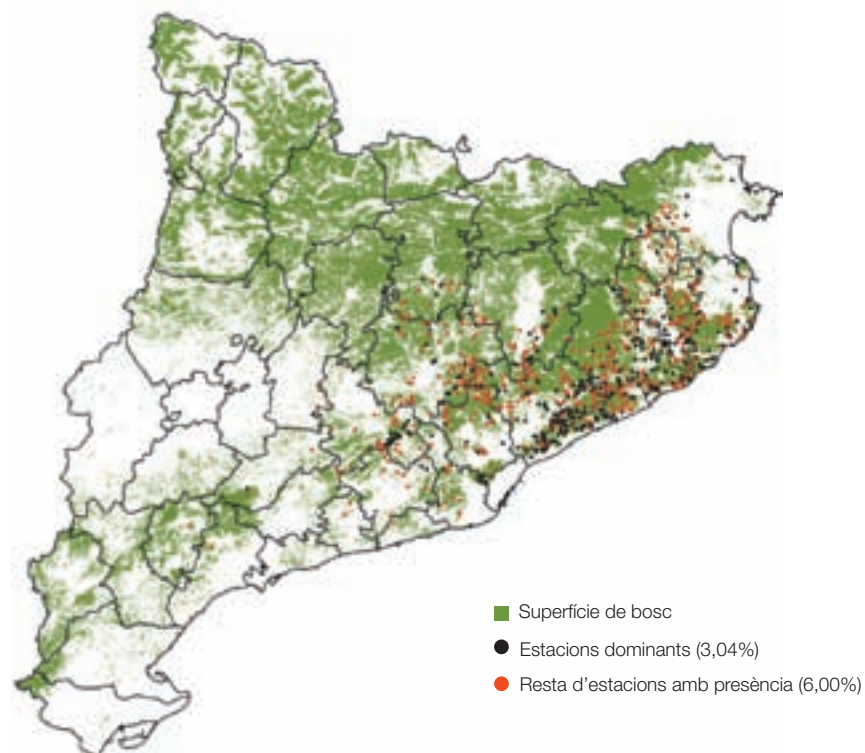
1.3. Distribució de l'espècie

El 90% de la superfície forestal del pi pinyer a Catalunya es concentra a les comarques litorals entre Barcelona i Girona.

La seva distribució se situa entre el nivell del mar i els 600 m. També hi ha masses de pi pinyer a les serralades prelitorals de l'Anoia i al Montseny, on rara vegada formen masses pures, normalment associades amb *Q. ilex* i *Q. cerrroides*, *Pinus halepensis* i *P. nigra*.

La superfície total de l'espècie abraça entre 47.000 i 55.000 hectàrees, de les quals es pot considerar que entre el 25-30% formen masses pures.

Figura 1. Distribució del pi pinyer a les comarques de Catalunya



Font: Inventari Ecològic Forestal del CREAM

La pràctica totalitat d'aquests boscos són a mans privades.

Una part important dels boscos actuals de pi pinyer del litoral català es va expandir als anys 1950-1960 com a conseqüència de l'abandó de vinyes. Aquests antecedents expliquen l'atomització de moltes propietats de boscos de pi pinyer.

2. Caracterització i gestió actual de les masses de pi pinyer

2.1. Descripció de les masses

El règim de propietat dominant dels boscos de pi pinyer és el particular, raó per la qual es coneix relativament poc sobre el desenvolupament històric i la seva gestió en comparació amb les altres zones on són freqüents els boscos públics catalogats com Andalusia, Tierra de Pinares (Valladolid, Àvila, Segòvia, Burgos), etc.

En primer lloc cal distingir entre les masses pures de pi pinyer i les que apareixen barrejades amb altres espècies, principalment *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. suber*), però també amb altres coníferes (*P. halepensis*).

Les masses pures presenten estructures bastant homogènies i amb una distribució d'edats molt similars entre quaranta i seixanta anys.

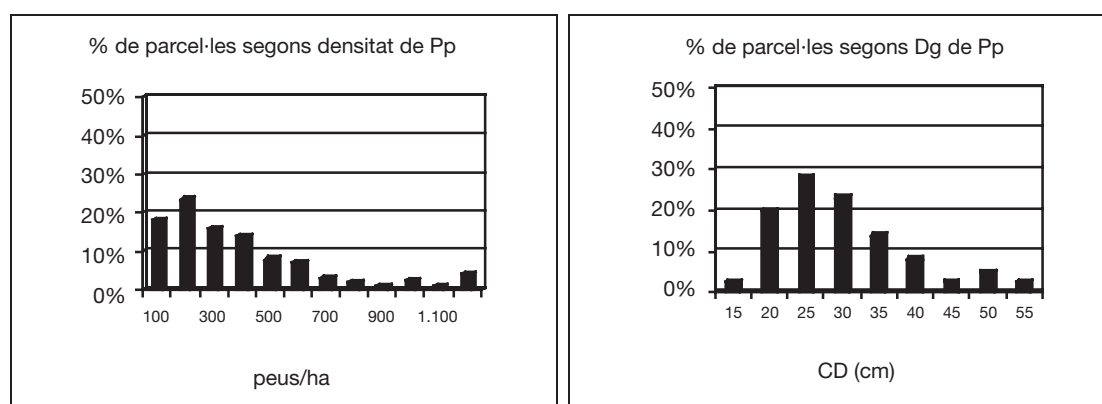
Taula 1. Característiques generals de les masses pures de pi pinyer

Estructura	Regular
Edat mitjana	40-50 anys
Densitat pi	350-550 peus/ha
Àrea basimètrica	20-25 m ² /ha
Diàmetre mitjà	25 cm
Volum mitjà	105 m ³ /ha

Font: dades del II IFN i de l'Inventari Ecològic Forestal del CREAM

Aproximadament un terç del total de la superfície de pi pinyer són masses pures. Aquestes es concentren principalment a la serralada litoral, i més concretament a les orientacions de solana.

Figura 2. Percentatge de parcel·les amb pi pinyer segons la densitat i la distribució de classes diamètriques



Font: Inventari forestal del Corredor-Montnegre (Barcelona)

Taula 2. Característiques generals del pi pinyer en masses mixtes

Estructura	Semiregular
Edat	40-50 anys
Edat estrat inferior de planifolis	20-30 anys
Densitat mitjana Pp	350 peus/ha
Densitat mitjana total	900 peus/ha
Àrea basimètrica Pp	12 m ² /ha
Àrea basimètrica total	21 m ² /ha
Diàmetre mitjà Pp	24 cm
Diàmetre mitjà planifolis	17 cm
Volum mitjà Pp	67 m ³ /ha
Volum mitjà total	93 m ³ /ha

Font: dades del II IFN i de l'Inventari CREA

Les principals espècies que acompanyen el pi pinyer són *Quercus ilex*, *Q. suber*, *P. halepensis*, etc.

Taula 3. Parcel·les amb el pi pinyer (Pp) com a espècie dominant

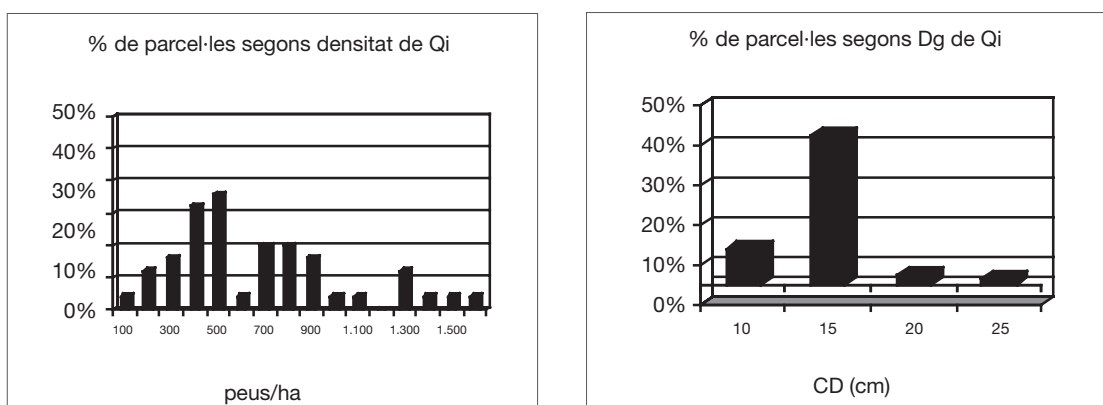
% de parcel·les	Dg de Pp (cm)	Densitat Pp (peus/ha)	% d'AB de Pp sobre el total	AB total (m ² /ha)
32	28,7	390	72	29,3

Font: mostreig de parcel·les de l'inventari forestal del Corredor-Montnegre (Barcelona)

AB: Àrea basimètrica

La taula ens mostra que aproximadament una tercera part de les masses de pinyer estan barrejades amb l'alzina. Tenint en compte que les masses mixtes del pinyer amb aquesta espècie són molt més freqüents, es mostren els gràfics de la distribució de classes diamètriques i densitats d'aquesta espècie:

Figura 3. Densitat i classe diamètrica de l'alzina a les parcel·les de masses mixtes de pi pinyer i alzina



Font: Inventari forestal del Corredor-Montnegre (Barcelona)

2.2. Descripció de la gestió

L'inventari forestal efectuat a la serralada litoral Corredor-Montnegre de la costa del Maresme (Barcelona) mostra que el 30% de les parcel·les de mostreig tenen densitats d'alzina d'entre 400-500 peus per hectàrea. S'hi observa també que la classe diamètrica més representada és la de 15 cm.

Tradicionalment, la gestió de les espècies acompanyants, en cas que s'hagi produït, s'ha encaminat cap a aprofitaments esporàdics del sotabosc per a llenyes, per la qual cosa aquest sotabosc adquireix estructures de bosc baix regular. No obstant això, la major part de les soques presenta un sol rebrot (peu). Acostuma a ser-hi abundant la presència d'arboç (*Arbutus unedo*) i bruc (*Erica arborea*).

La gestió dels boscos de pi pinyer de Catalunya s'ha caracteritzat per:

- Un abandonament progressiu de la gestió al llarg de les últimes dècades.
- Absència total d'aclarides en les masses adultes de pi pinyer.
- Absència de regeneració en una gran part de la superfície de pi pinyer.
- Aprofitaments puntuals del sotabosc de *Q. ilex* per a producció de llenyes.
- Eliminació gradual del pi pinyer a les zones amb presència de *Quercus suber* a causa de la seva major rendibilitat econòmica.
- Furtivisme: intrusisme quasi absolut de la recol·lecció de pinyes (amb la consegüent opacitat del mercat del pinyó).
- No s'ha d'oblidar tampoc l'alta pressió antròpica i urbanística existent al litoral català (pràctica eliminació de les masses de pi pinyer de la costa del Garraf).

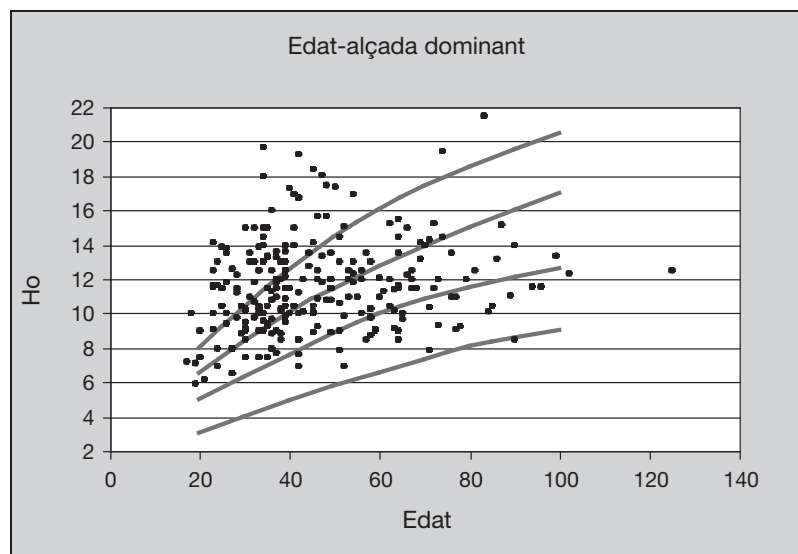
En els últims anys s'ha fomentat l'ordenació de molts boscos de propietat privada mitjançant els plans tècnics de gestió i millora forestal que impulsa el CPF (Centre de la Propietat Forestal, Generalitat de Catalunya). Aquests instruments han servit per augmentar la superfície planificada. D'una banda, no són escassos els plans de gestió en què es proposa un foment de les masses de *Quercus* (*Q. ilex* i *Q. suber*) per qüestions econòmiques o conservacionistes —oblidant sovint les potencialitats econòmiques de la pinya i la seva importància paisatgística—, o fins i tot la seva conversió en alzinars, la qual cosa propicia la creació d'estructures irregulars o semiregulars. D'altra banda, l'operativitat dels dits plans no sempre s'adapta a la realitat del territori.

En conclusió, si es vol aplicar un tipus de silvicultura als boscos de pi pinyer actualment existents, no es podrà treballar en masses que estan en procés de regeneració. Més aviat es tenen masses força homogènies, d'edats avançades (cinquanta-setanta anys), mancades de treballs a gran escala i que necessitaran un termini de transició per formar estructures adequades a una gestió més intensa. Sovint hi ha una presència d'altres espècies arbòries que, generalment, no han estat sotmeses a cap tipus de tractament silvícola llevat d'aprofitaments irregulars de llenya d'alzina.

2.3. Qualitats de les masses de pi pinyer

En el gràfic exposat a continuació se superposen d'una banda les corbes de qualitat de masses (Piqué, 2003) sobre el núvol de punts dels arbres dominants del mostreig fet per a l'inventari forestal del Corredor-Montnegre.

Figura 4. Alçades dominants i edats de parcel·les de l'inventari forestal del Corredor-Montnegre



Font: Corbes de qualitat de *P. pinea* per a Catalunya (Piqué, M., 2003) i dades de l'inventari forestal de *P. pinea* del Corredor-Montnegre (Barcelona)

Segons que s'observa en el gràfic, es poden fer les constatacions següents:

1. Les qualitats d'estació mitjanes de les masses de pi pinyer de la zona estudiada se situen al voltant de la classe II.
2. No s'hi troben peus de masses de les pitjors qualitats d'estació.
3. Possiblement els aprofitaments de fusta s'han concentrat en el passat en les millors qualitats d'estació.
4. Un gran percentatge de peus dominants té entre trenta i cinquanta anys.
5. Hi trobem un alt nombre de peus de qualitats I i superior, sobretot peus d'edats compreses entre vint i cinquanta anys.

2.4. La producció de pinya

Ja s'ha esmentat en el punt 1.2. la mancança d'estudis referents a la producció de pinya d'acord amb els possibles tractaments silvícoles. No obstant això, s'exposen alguns resultats obtinguts per diversos estudis.

Taula 4

Localització	Producció mitjana de pinya kg/ha/any	Autor/font
Còrdova	275	Prades <i>et al.</i> 2005
Castella i Lleó	130-450	Montero, 2000*
Huelva	50-300	Montero, 2000*
Catalunya	570	Piqué, 2003

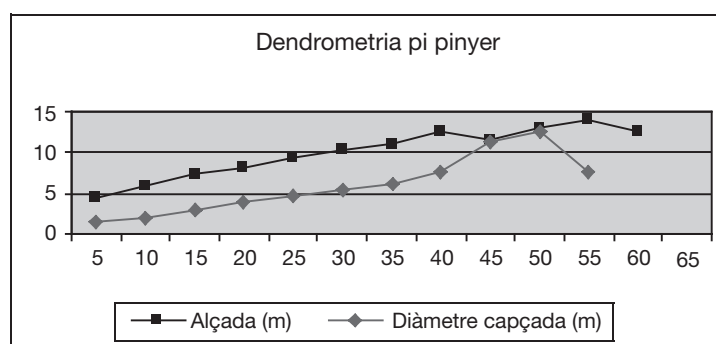
* A DD. AA., *Actes del Simposio de pino piñonero (2000)*.

L'anàlisi de Piqué (2003) estableix per a Catalunya conclusions, algunes ja corroborades per altres estudis o estadístiques:

1. La producció mitjana de pinya en tres anys és d'uns 570 kg/ha/any, naturalment, amb una gran variabilitat interanual. És a dir, són boscos més productius que d'altres d'Espanya (vegeu també *Anuario agrario*, 2004).
2. Les produccions per hectàrea són més grans en masses clares (qualitat II, 50 anys-densitat de 236 p./ha) que en masses denses (qualitat II, 50 anys-densitat de 445 p./ha). Alguns autors constaten això mateix (Castellani, 1989; García Güenes, 1999; Cañadas, 2000) i uns altres no constaten grans diferències en la producció (Montero, 2000).
3. Són també més grans les produccions per arbre en les masses clares que en les masses denses.
4. Hi ha més percentatge de supervivència de les flors-pinyes en les estacions de millor qualitat i en les masses clares.

D'altres autors estableixen la producció de pinya com a funció del diàmetre mitjà de la capçada i el recobriment arbori de la superfície (fcc), és a dir, l'existència d'una estreta relació entre els treballs culturals de la massa i la producció de pinya.

Figura 5. Relació de l'alçada de l'arbre amb el diàmetre de capçada



Font: Inventari ecològic forestal (CREAF)

Les taules mostren l'estreta relació entre el diàmetre de capçada i l'alçada dominant, com també la relació entre el diàmetre de capçada amb la producció de pinya per arbre i per hectàrea.

Taula 5. Densitats recomanades en la producció de pinya d'acord amb el diàmetre mitjà

Intervencions silvícoles típiques	Dg c.c. (cm)	Densitat (p/ha)	Producció (kg/ha)	Sup. capçades (m ² /arbre)	Pinyes/m ² de capçada	Pinyes/ arbre
Aclarida de plançoneda n.c.	10	1011		7		
Aclarida de plançoneda	15	528		14		
Aclarida 1	20	332	693	22	0.33	7
Aclarida 2	25	175	1197	31	0.75	24
Aclarida 3	30	87	1764	42	1.70	72
Aclarida i poda	35	68	2079	54	2.00	108
Aclarida i poda	40	55	2331	67	2.20	148
Podes	45	45	2520	81	2,40	195
Aclarides de policia	50	38	2394	96	2.30	221
Aclarides de policia	55-60	33-29	1260	120	1.30	150

Font: Selvicultura II. Montoya, Mesón (2004).

Dades originals en hectolitres de pinya, a raó d'1 hectolitre = 63 kg

Recobriments arbori hipotètic: 100%

Dades per a masses en condicions òptimes (les reals disminueixen de l'ordre del 33%)

Bàsicament s'observa que, a menor densitat, fins a cert límit, major producció de pinya per hectàrea i per arbre, qüestió que repercuteix en un menor cost de recollida de pinya.

3. Aprofitament i mercat

Com succeeix amb la major part de les espècies de Catalunya, els creixements de fusta acumulats de les masses de pi pinyer són molt superiors als aprofitaments realitzats. Es talla aproximadament un 15-20% del creixement total, a pesar de mancar de masses joves. Aquestes diferències són una mica més grans en les masses de la província de Barcelona.

	Catalunya	Província Barcelona
Existències	90 m ³	105 m ³
Creixements	3,6 m ³ /ha/any	3,7 m ³ /ha/any

Font: II IFN, Inventari CREAM

No obstant això, el principal aprofitament de les masses de pi pinyer és el pinyó, que és difícil de quantificar, especialment el procedent de les masses de Catalunya.

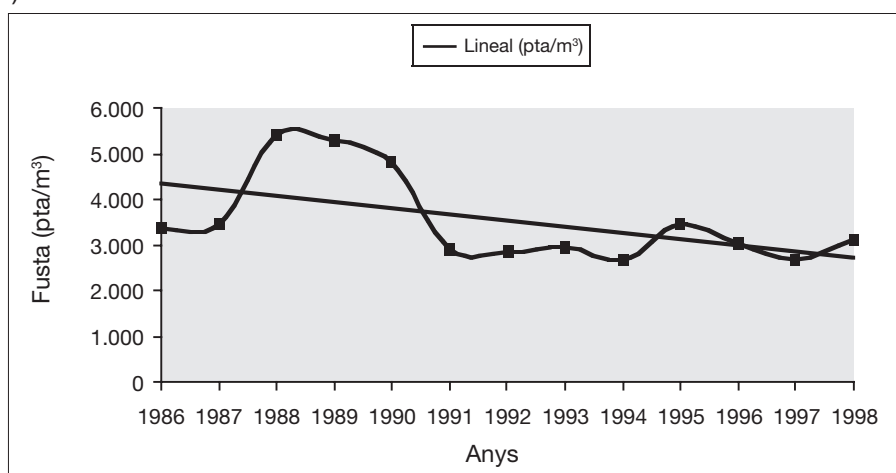
Taula 6. Pinyó de *Pinus pinea* (amb clofolla): anàlisi provincial de producció segons pertinences, valor i preu, 2003

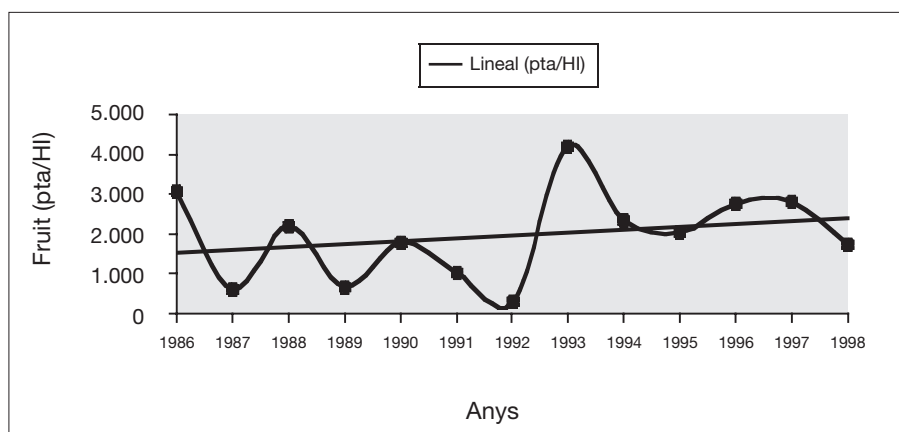
Províncies i comunitats autònomes	Producció (tones) Boscos de particulars	Total boscos	Valor (euros)	Preu (euros/tona)
Barcelona	120	120	172.680	1.439.00
Girona	90	91	130.949	1.439.00
Catalunya	210	211	303.917	1.439.00
Segòvia	—	5.556	8.889.600	1.600.00
Valladolid	210	392	588.000	1.500.00
Castella i Lleó	210	6.730	10.536.735	1.565.61
Madrid	—	90	117.000	1.300.00
Cadis	1.100	1.970	3.743.000	1.900.00
Còrdova	—	720	1.152.000	1.600.00
Huelva	245	1.120	1.131.200	1.010.00
Andalusia	1.605	4.112	6.537.204	1.589.79
Espanya	2.025	11.156	17.510.755	1.569.58

Font: Anuario de Estadística Agraria, 2004. MAPA

La hipotètica importància de la producció de pinyó de Catalunya no queda reflectida en aquesta taula. Sí que es mostra, però, que les províncies amb una major quantitat de bosc públic tenen uns ingressos registrats procedents de la venda del pinyó que no consten a Catalunya, on la totalitat de les masses de pinyer són de propietat privada i l'intrusisme és absolut.

Figura 6. Evolució del preu de la fusta i la pinya a Valladolid, 1996-1998 (pessetes constants de 1998)





Font: Finat, Campana, Seseña (2000)

Els gràfics precedents ens mostren una clara tendència descendent del preu de mercat de la fusta (de *P. pinea*) i una lleugera tendència ascendent del preu del pinyó, aquest marcat per fluctuacions molt més grans.

En general, el mercat es caracteritza per una internacionalització molt alta, amb importacions de tercers països (la Xina, Turquia, Portugal) d'acord amb la demanda i la fluctuació de preus.

A Espanya es produeix aproximadament el 45% de la collita mundial de pinyó. Els EUA en són els principals consumidors mundials, el qual competeix amb el pinyó de *Pinus sabiniana*. Una part important de les exportacions espanyoles es fa a través d'Itàlia.

La producció mitjana de pinyó a Espanya és de 6.300 tones anuals, oscil·lant entre 3.000 i 10.000 t/any. Per comunitats autònomes, la producció es distribueix de la manera següent (*Anuario de Estadística Agraria*):

Taula 7. Producció de pinyó a Espanya en t/any

Comunitat autònoma	Producció anual (t)	Rendiments mitjans (kg de pinyó/ha) (1)
Castella i Lleó	2.144	47
Andalusia	1.838	12
Catalunya	1.375	54
Madrid	596	48
Extremadura	236	18
Castella-la Manxa	72	2
Mitjana	6.260	22 (2)

Font: *Anuario de Estadística Agraria, a Silvicultura* (Montoya, Mesón, 2004).

(1) Aquests rendiments són orientatius (pinyó amb clofolla). S'estima que les produccions reals per hectàrea són força més altes.

(2) Una part important de les masses d'Extremadura, Andalusia i Castella-la Manxa són repoblacions bastant joves que han d'entrar en producció.

El mercat de la pinya es caracteritza a Catalunya principalment per una fragmentació molt alta de la demanda, però amb una empresa molt gran (Pinyons Puig, de les Franqueses del Vallès) amb una quota de mercat important, i participacions en empreses de Valladolid, Huelva i Portugal. La demanda més alta és també a Catalunya, sobretot en el sector de l'hostaleria.

Actualment no es disposa de dades fiables sobre la producció i la transformació total a Catalunya, ni sobre les tendències dels últims anys de producció de pinyó als boscos catalans. No obstant això, sembla que la importància de les importacions va en augment depenent de la producció anual i de la situació del preu del pinyó en el mercat.

3.1. La collita de la pinya des del bosc a la fàbrica

Pel que fa als ingressos nets que comporten els aprofitaments de pinya en les masses de Catalunya cal tenir en compte la situació real, caracteritzada per:

- La titularitat privada dels boscos.
- Els beneficis-ingressos no repercuteixen en el propietari, i encara menys en el bosc, a diferència d'altres aprofitaments (fusta, llenyes, caça).
- La collita de la pinya és regulada en algunes comunitats autònomes per decrets.
- En la pràctica la collita de la pinya la fan diversos grups i brigades organitzades, que tenen sovint treballadors en situació d'il·legalitat, tant pel que fa a la contractació com al compliment de la legislació laboral i de seguretat.
- Els treballs s'efectuen a preu fet.

Preu aproximat per kg de pinya (2005):	0,30-0,40 €/kg
Rendiment diari d'una persona:	120-180 kg/dia (màxims de 200 kg/dia)
Jornal brut d'una persona:	40-60 €/dia

Font: *entrevistes personals i Silvicultura (Montoya, Mesón, 2004)*

Es considera important aquesta recopilació de les escasses dades disponibles sobre la producció, el mercat i la comercialització de la pinya, ja que malgrat que els ingressos i els beneficis no repercuteixen directament en una millora i un augment de la gestió dels boscos de pi pinyer, sí que mostren la importància en l'àmbit local d'un sector agroalimentari.

Començant pel procés d'adaptació de les masses, es fan les propostes que s'exposen a continuació.

4. Intervencions silvícoles proposades

4.1. Masses pures de pi pinyer

A continuació es mostren els règims de tallada basats en els «Modelos de producción de madera y piña» (Piqué, 2003) amb algunes variacions respecte a les intensitats de les aclarides. Es proposen unes tallades més intenses, d'una banda a causa de les edats actuals de les masses (principalment entre quaranta i seixanta-cinc anys) i, de l'altra, de les aclarides pràcticament nul·les fetes fins ara. Es tracta, per tant, d'una adaptació de les masses actualment existents segons la seva qualitat.

S'estimen unes densitats mitjanes de 555 peus/hectàrea al moment de l'actuació, tenint com a base les densitats mitjanes de les masses pures.

L'objectiu és mantenir l'estructura regular d'aquestes masses, reduint considerablement les densitats.

Qualitat I

Edat	Densitat inicial (N/ha)	Densitat final (N/ha)	Dg (cm)	Arbres extrets (N/ha)	Volum extret (m ³)
40	555	286	25	269	59
70	555	189	25	366	80

Qualitat II

Edat	Densitat inicial	Densitat ideal	Dg (cm)	Peus a extreure per ha	Volum extret (m ³)
40	555	3426	25	213	46
70	555	233	25	322	70

Qualitat III

Edat	Densitat inicial	Densitat ideal	Dg (cm)	Peus a extreure per ha	Volum extret (m ³)
40	555	414	25	141	31
70	555	291	25	264	58

Aquestes són dades aproximades que reflecteixen un punt de partida amb densitats similars per a les tres qualitats d'estació.

4.1.1. Anàlisi econòmica de l'adaptació actual dels boscos

S'exposen a continuació les dades d'una de les qualitats més freqüents als boscos del litoral català (qualitat II), que són extrapolables a les altres qualitats.

Els preus actualment pagats per a fusta de pi pinyer a Catalunya són:

Fusta de trituració (MAFOSA) 26 €/t

Fusta de serra 39-42 €/t

Taula 8. Balanç final d'una operació d'aclarida en boscos de pi pinyer a diferents edats de la massa (les més representades dels nostres boscos) en estacions de Qualitat II

Edat d'actuació	Volum extret (m ³)	Cost treballs (32 €/m ³)	Ingressos serra 23 €/m ³	Ingressos trituració 14 €/m ³	Balanç €/ha
40	70	1.472	317	451	-704
70	50	2.240	805	490	-945

Es pot concloure que les actuacions en aquests boscos no són rendibles, i que com més edat té la massa al moment de l'actuació menys rendible és l'operació, a pesar d'una proporció més gran de fusta de serra.

Pel que fa als ingressos procedents de la venda de pinya, s'ha comentat anteriorment que s'estima una producció plurianual mitjana de 570 kg/ha/any.

Producció mitjana considerada	Preu mitjà pagat	Ingressos bruts
570 kg/ha/any	0,30-0,50 €/kg	170-230 €/ha/any

Els costos d'explotació reals de la pinya són difícils d'estimar a causa de les modalitats de contractació. No obstant això, es poden considerar en la taula següent els mínims legals:

		Benefici net
Salari mínim interprofessional	975 €/mes	
Recollida mínima de pinyes per cobrir el salari	140 kg/dia	0
Recollida mitjana de pinyes	120-160 kg/dia	
Recollida màxima de pinyes	200 kg/dia	
		De (0,05) €/kg a 0,05 €/kg

Si el benefici és de 0,05 €/kg, els ingressos serien de 28 €/ha/any.

Aquest benefici hipotètic de 28 €/ha i any és en tot cas superior a la rendibilitat de qual-sevol altre producte forestal!

Es pot presuposar que els tractaments silvícoles bé poden augmentar la productivitat de la massa i reduir els costos d'exploració, a més de possibles millores tècniques en la recol·lecció de la pinya.

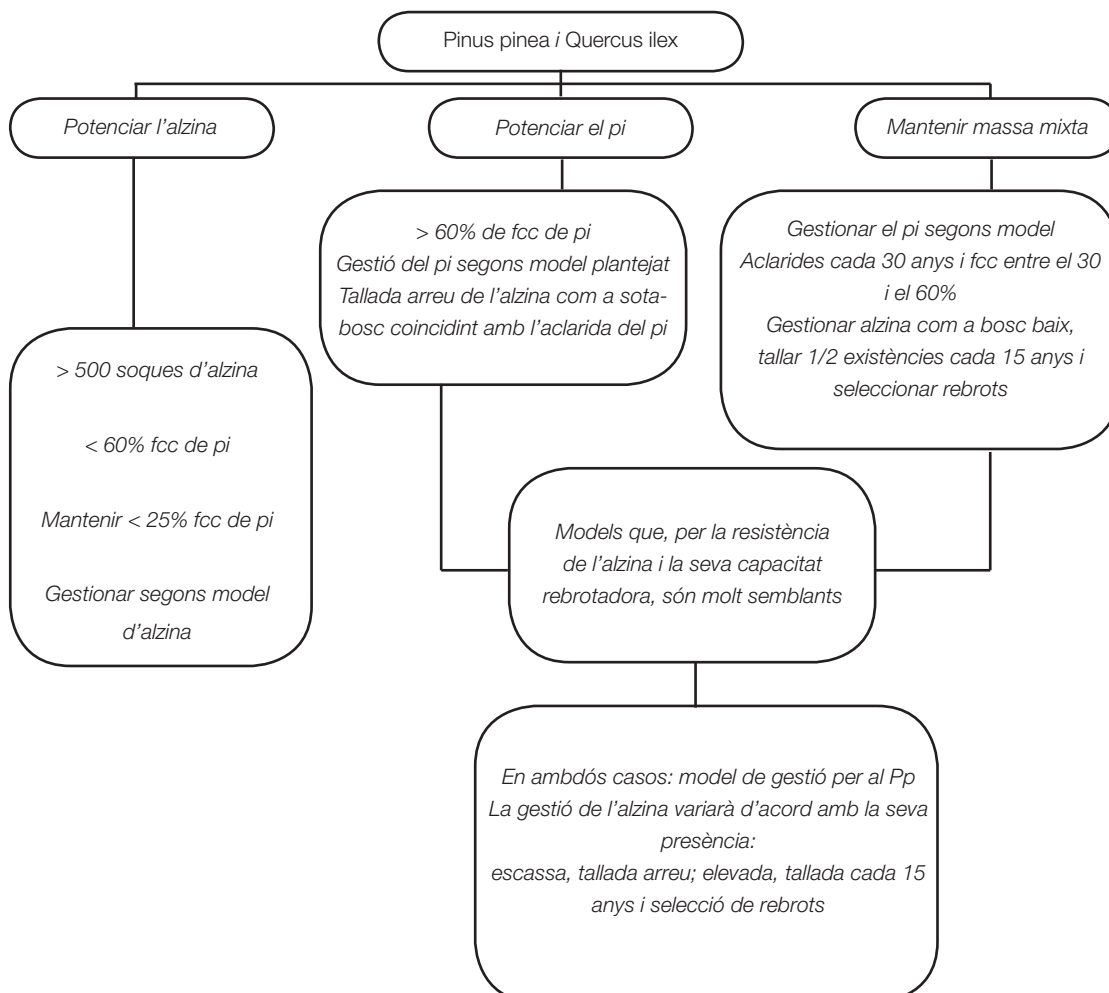
4.2. Masses mixtes de pi pinyer

Definició de l'objectiu:

En primer lloc, la principal funció del gestor, del propietari i de tots els agents que participen en la definició d'objectius del bosc és decidir quina superfície es vol mantenir de pi pinyer, si es manté la barreja amb altres espècies i de quina manera, o si al llarg de les pròximes dècades es pretén reduir-ne substancialment l'extensió per mitjà de la «no gestió» o mitjançant tractaments específics per fomentar l'alzina, tal com succeeix en la planificació de molts boscos de Catalunya.

Per a això són importants la planificació i l'ordenació d'aquests boscos, com també el compliment dels objectius marcats en la planificació.

Actualment, al voltant de dues terceres parts de les masses de pi pinyer estan barrejades amb altres espècies. En el 40% de la superfície està barrejat amb l'alzina (*Q. ilex*) i en el 20%, amb la surera (*Q. suber*).



A causa de la seva major rendibilitat econòmica, la tendència és fomentar el manteniment de la surera i eliminar progressivament el pi pinyer, tal com es posa de manifest en molts plans de gestió de finques individuals.

En aquest apartat es pressuposa que es vol mantenir el pi pinyer com a espècie dominant. Es desenvolupa el model del pi pinyer barrejat amb l'alzina, que és l'espècie secundària més abundant en les masses catalanes.

No obstant això, cal assenyalar que potser s'hagi de posar més èmfasi en una ordenació dels boscos; en aquest cas, definir amb claredat els objectius referents al manteniment o no manteniment d'aquestes masses. La manca de gestió està propiciant una clara tendència de desenvolupament, amb més o menys intensitat, del sotabosc d'alzina.

Partint de l'esquema anterior i considerant que l'objectiu és mantenir l'estructura mixta actual de la massa, alhora que es possibilita una regeneració futura del pi pinyer es proposa una gestió amb les característiques generals següents:

Estructura global	Semiregular
Pi pinyer	
Mètode de regeneració	Aclarida de plançonada successiva
Estructura	Regular
Recobriment	20-70%
Alzina i altres quercínies	
Forma fonamental	Bosc baix
Estructura	Regular
Recobriment	20-70%
Mètode de regeneració	Tallada arreu amb reserva d'arbres pare (vegeu model alzina)

4.3. Itineraris silvícoles

En masses pures de pi pinyer

Els quadres següents ens mostren resumidament les aclarides que es proposen en els models, i que es caracteritzen per:

- Manteniment de l'estructura regular de la massa
- Un augment de la intensitat de les aclarides en cada actuació
- Una intervenció cada trenta anys
- Tallades de regeneració en dues o tres fases d'acord amb la capacitat de regeneració de la massa
- Allargar el torn i el període de regeneració en les estacions de pitjor qualitat (qualitat III) prioritzant aspectes paisatgístics

- Prescindir de treballs silvícoles (estassades de matoll, podes, etc.) si no són justificats econòmicament i que no tinguin com a conseqüència augments de la producció (de pinya o fusta)

Qualitat I

Edat	Alçada dominant Ho (m)	Intensitat de l'aclarida		
		Intensa Peus/ha	Conservadora Peus/ha	Intermèdia Peus/ha
8-12	5,5	323	664	494
40	13,2	189	382	286
70	17,7	126	252	189
100	21		125	110
105	22,3	60	60	60
110	22,8	0	0	0

Qualitat II

Edat	Alçada dominant Ho (m)	Intensitat de l'aclarida		
		Intensa Peus/ha	Conservadora Peus/ha	Intermèdia Peus/ha
8-12	4	480	700	554
40	10,3	239	445	342
70	14,1	158	308	233
100	17		150	150
105	17,4	70	70	70
110	17,8	0	0	0

Qualitat III

Edat	Alçada dominant Ho (m)	Intensitat de l'aclarida		
		Intensa Peus/ha	Conservadora Peus/ha	Intermèdia Peus/ha
8-12	2,7	528	731	630
40	7,5	326	502	414
70	10,6	219	363	291
100	13	120	150	150
105	14,3	60	70	70
110	14,7	0	0	0

5. Necessitats de recerca

Tenint en compte el relatiu buit existent en la investigació d'aquesta espècie als boscos de Catalunya, es consideraria interessant fomentar la recerca d'alguns dels següents aspectes relacionats amb la silvicultura del pi pinyer:

- En general, la capacitat de reacció del pi pinyer a tractaments silvícoles, principalment aclarides, aclarides de plançonada i tallades de regeneració.
- Influència del sotabosc en la producció de pinya, i dels tractaments del sotabosc en la producció.
- El mercat del pinyó i tot el procés de recollida de pinya (rendiments segons estructura, accessibilitat, etc.).
- Estadístiques sobre aprofitaments de pinya i de pinyó, com també de les importacions i les exportacions.
- Política forestal, mètodes per reinvertir una part dels beneficis en la gestió forestal.

Bibliografia

Actas del Simposio del pino piñonero (Pinus pinea L.). Valladolid, Junta de Castilla y León, 2000.

Atlas climàtic de Catalunya (1996). Institut Cartogràfic de Catalunya.

CREAF: *Inventari ecològic forestal de Catalunya*.

GALLARDO MARTÍN, J.; GALLARDO DE PARDO, J. (1996): *La selvicultura en los pinares de Pinus pinea*. Ed. Montes, n.º 45.

FINAT, L. *et al.* (2000). «La ordenación por entresaca en las masas de piñonero de la provincia de Valladolid». *Actas I Simposio del Pino Piñonero*.

MAPA (2004): *Anuario de estadística agrario*.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *II Inventario Forestal Nacional* (1999-2000).

MONTERO, G.; CAÑELLAS, I.: «Selvicultura de *Pinus pinea* L. Estado actual de los conocimientos en España». A *Actas del Simposio de pino piñonero*, Valladolid. Ed. Junta de Castilla y León, 2000.

MONTOYA OLIVER, J. M. (1990). *El pino piñonero*. Editorial Mundiprensa.

PIQUÉ, M. (2003). *El pi pinyer a Catalunya: models de producció de fusta i pinya*. No publicat. Centre de la Propietat Forestal i Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

PRADA, M. A.; GORDO, J. *et al.* (1997). *Regiones de procedencia de Pinus pinea en España*. Ministerio de Medio Ambiente.

YAGÜE BOSCH, S.: *Selvicultura mediterránea para una especie mediterránea: el pino piñonero (Pinus pinea) en la provincia de Ávila*.

Proposta de model silvícola per a boscos privats de pi roig

Alba Ludevid Sanmartí

Enginyera tècnica forestal. Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

1. Introducció

El pi roig és una de les espècies arbòries més abundants a Catalunya.

En total hi ha unes 207.200 ha forestals en què es troba present, el 70% de les quals és de propietat privada.

Només a la província de Barcelona hi ha prop del 31% d'aquesta superfície, és a dir, unes 63.700 ha.

Els boscos de pi roig catalans representen unes existències en fusta de 26 milions de m³, que tenen un creixement de 650.000 m³/any.

El problema d'aquesta situació és que d'aquest creixement només s'aprofiten 90.000 m³/any. Aquest fet s'atribueix a la dificultat d'explotació per l'orografia del terreny però també a la poca planificació d'aquests boscos.

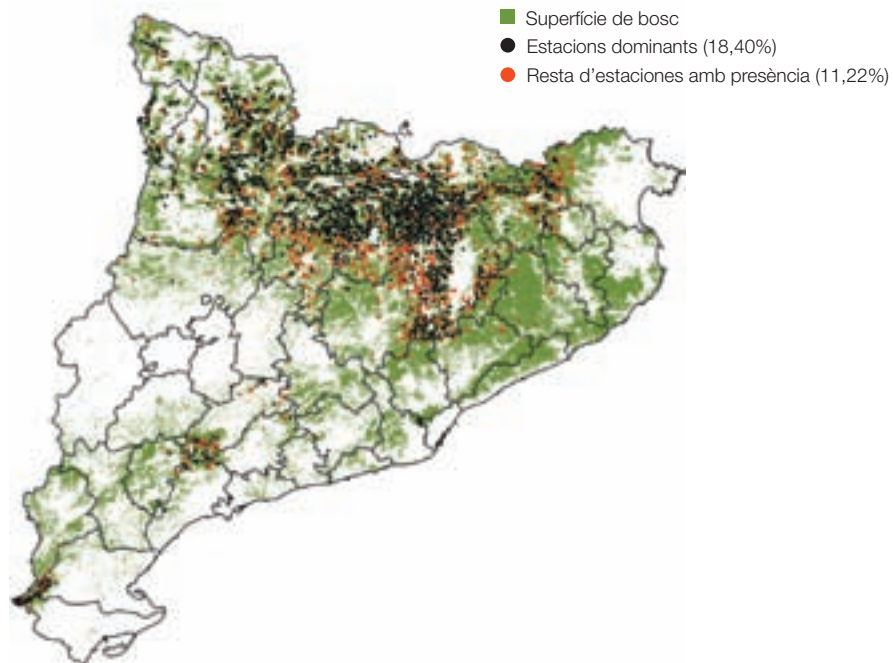
En aquest document s'aplega la informació bàsica sobre l'espècie i, després de la consulta de la bibliografia, es proposarà un model de gestió per a aquest tipus de bosc.

1.1. Distribució del pi roig a Catalunya

En la figura 1 podem veure la distribució de l'espècie a Catalunya segons les dades del CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals).

És present principalment a la zona dels Pirineus i Pre-pirineu, com també a la zona del Montseny.

Figura 1. Distribució del pi roig a Catalunya



Font: CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals)

2. Informació general de l'espècie

2.1. Característiques generals de l'espècie

Considerem com a característiques bàsiques del pi roig i que poden tenir una certa influència en la presa de decisions respecte al model a proposar, la llista següent:

- El creixement en alçada és bo fins als quaranta anys, posteriorment es redueix fins a aturar-se als 100-120 anys.
- El màxim creixement corrent en volum és als quaranta-cinquanta anys.
- El creixement mitjà en volum disminueix a partir dels setanta anys.
- La poda natural pot arribar fins al 60% del tronc.
- El creixement en volum del pi roig a Catalunya oscil·la entre els 2,5 i els 4,8 m³/ha/any.

2.2. Aspectes de la regeneració natural

Amb referència a la regeneració natural de la massa, cal tenir en compte que:

- La producció de llavor fèril és a partir dels quaranta anys.
- És una espècie anyera.
- La dispersió de llavor arriba fins a una distància del doble de l'alçada de l'arbre (30 m aproximadament).
- Per assegurar una bona regeneració cal arribar a densitats finals d'entre 100 i 300 peus/ha.
- La preparació del terreny afavoreix una bona regeneració (es considera bona a partir de 2.000 peus/ha).
- Es tracta d'una espècie llum.

2.3. Gestió a Catalunya: boscos públics i privats

A Catalunya és important la diferència entre la gestió dels boscos públics i la dels boscos privats.

Boscos públics

A Catalunya alguns dels boscos públics es gestionen com a boscos regulars.

En general, s'utilitzen torns de 80 a 120 anys i les tallades de regeneració es fan per aclarida successiva. Normalment la primera aclarida es fa als vint anys, la segona als cinquanta i posteriorment cada deu o quinze anys.

Un exemple d'aquesta gestió podria ser el bosc públic de la Pobla de Lillet de la comarca del Berguedà, a la província de Barcelona.

Boscos privats

Els boscos privats catalans són gestionats en la seva majoria com a boscos irregulars, la qual cosa comporta una distribució anàrquica dels peus en diferents classes diamètriques.

Les tallades es fan cada deu o quinze anys i es tallen els arbres aprofitables, no es tallen els peus amb un diàmetre inferior a 20 cm.

Això constitueix una selecció genètica negativa de tal manera que els boscos van perdent qualitat.

3. Paràmetres considerats en els balanços econòmics

3.1. Qualitat d'estació

Per als càlculs dels balanços econòmics s'han considerat qualitats d'estació basades en les taules de producció per als Pirineus, de García Abejón i Tella (1986).

Taula 1. Qualitats d'estació basades en les taules de producció per als Pirineus, de García Abejón i Tella

Edat	Qualitat I		Qualitat II		Qualitat III	
	H ₀ (m)	D _g (cm)	H ₀ (m)	D _g (cm)	H ₀ (m)	D _g (cm)
30	10,2	13,4	8,5	11,0	7,0	8,8
40	13,6	19,2	11,2	15,9	9,0	12,8
50	16,7	24,4	13,7	20,4	10,7	16,2
60	19,4	29,1	15,8	24,3	12,1	19,2
70	21,8	33,3	17,6	27,8	13,3	21,8
80	23,9	37,1	19,2	30,9	14,4	24,3
90	25,7	40,4	20,7	33,8	15,3	26,4
100	27,3	43,6	21,9	36,3	16,1	28,3

Font: *Tablas de producción de densidad variable para Pinus sylvestris en el sistema pirenaico (García i Tella, 1986).*

Un cop fets els balanços es redefiniran les qualitats d'estació d'acord amb el producte a obtenir i el model silvícola.

3.2. Gràfic relació edat-alçada dominant

A títol il·lustratiu de la gestió actual dels boscos privats, s'han pres les dades de l'inventari efectuat per l'Associació de Propietaris «Serra de Bellmunt-Collsacabra» als municipis de Sora i Orís, a la comarca de l'Osona, a la província de Barcelona. S'ha elaborat un gràfic que relaciona l'edat amb l'alçada dels peus dominants i codominants.

Si se sobreposen les línies corresponents a les tres qualitats per a aquesta espècie de les taules de producció per als Pirineus, de García y Tella, podem observar on se situen la majoria dels peus d'aquests municipis (figura 2).

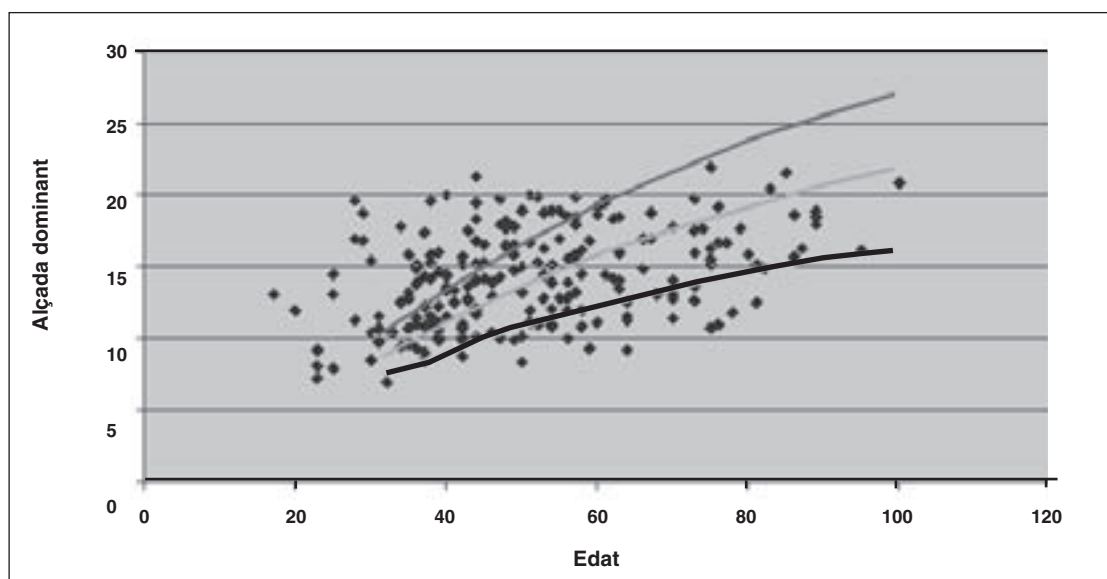
Així, podem observar que en aquests boscos no hi ha pràcticament peus de més de seixanta anys de la millor qualitat. A partir d'aquesta edat els arbres corresponen a les qualitats II i III.

No és així per a les edats més primerenques. Entre aquests arbres més joves hi ha peus de totes les qualitats.

Es pot deduir que aquest estat actual de la massa és conseqüència de la gestió que els propietaris privats duen a terme i que es comentava en apartats anteriors.

S'ha fet una tallada dels millors arbres del bosc de manera que els que queden com a arbres pare tenen menys qualitat i, per tant, es produeix una selecció negativa.

Figura 2. Relació entre l'alçada dominant i l'edat dels arbres dels boscos dels municipis de Sora i Orís, comarca de l'Osona



Font: Associació de propietaris forestals Serra de Bellmunt-Collsabre, 2005.

4. Costos d'explotació i mercat de la fusta

4.1. Rendiments d'explotació i costos d'explotació considerats

El primer que s'ha de tenir en compte és el cost d'explotació dels diferents tipus d'intervencions previstes.

Aclarides de plançoneda. S'estima un cost de 600 €/ha per a la tallada de peus de deu a quinze anys i de 900 €/ha quan aquests peus tinguin un diàmetre superior a 10 cm. Dades obtingudes de les proves pilot que s'han anat fent en diverses associacions de propietaris forestals de la província de Barcelona en aclarides de plançoneda de regeneració natural de pi blanc.

Aclarides comercials i tallades finals. Els rendiments per al càlcul d'aquests costos s'han obtingut després d'una anàlisi estadística pròpia a partir dels temps obtinguts en diferents proves pilot, arrossegant amb *skidder*, de les associacions de propietaris forestals de la província de Barcelona. Els preus són de l'any 2005.

Els rendiments i els costos es detallen en les taules 2 i 3 respectivament i la relació també es pot apreciar en la figura 3.

Taula 2. Costos per a les aclarides comercials i les tallades finals. Preus de 2005

Classe diamètrica	Cost tallar (€/ m ³)	Cost desemboscatge (€/ m ³)	Cost total (€/ m ³)
10	8,07	72,98	81,04
15	6,27	27,74	34,01
20	5,15	13,07	18,21
25	5,43	9,25	14,68
30	4,64	5,78	10,42
35	4,14	4,03	8,18
40	3,33	2,95	6,28

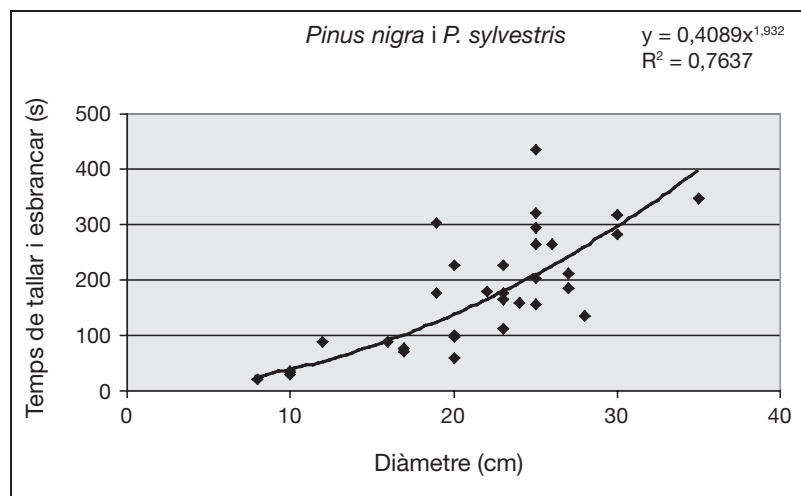
Font: dades recollides per les Associacions de Propietaris Forestals de la província de Barcelona, 2005.

Taula 3. Rendiments per a les aclarides comercials i les tallades finals

Classe diamètrica	Rendiment tallar (m ³ /h)	Rendiment desemboscatge (m ³ /h)
10	2,35	0,9
15	3,02	2,4
20	3,68	5,0
25	3,49	7,1
30	4,08	11,3
35	4,57	16,3
40	5,8	22,3

Font: dades recollides per les Associacions de Propietaris Forestals de la província de Barcelona, 2005.

Figura 3. Relació entre les classes diamètriques i el temps de tallar i esbrancar



4.2. Mercat local de la fusta de pi roig

Des de l'Oficina de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals es va fer un estudi del mercat de la fusta a Catalunya, l'any 2005. El resultat del total de fusta consumida a Catalunya i el total de fusta del pi roig se sintetitza en la taula 4.

De les dades obtingudes de les diverses serradores es pot veure que, si se suma tot el consum, el valor és més gran que el que s'apuntava en els primers apartats. Això es deu al fet que algunes de les empreses venen subproductes a altres empreses i això fa que es compti la mateixa fusta per duplicat.

Taula 4. Fusta consumida per les diverses serradores catalanes

Tipus	Empresa	Municipi	Consum fusta cat.	Consum Ps.	Preu (€/t)	Diàm. punta	Long. mín.
Palet	1	Puig-reig	145.000	72.000	45	14	llarga
					39	8	llarga
Palet	2	Gironella	22.500	11.250	49	12	200
Palet	3	Tona	20.481	18.433	46	12	250
Palet	4	Prats de Lluçanès	20.000	12.000	48	12	210
Palet	5	Solsona	20.000	8.000	46	12	200
Palet	6	Santa Coloma de F.	20.000	2.000	39	18	250
Palet	7	Cardona	10.000	2.000	45	12	500
Palet	8	Cardona	10.000	2.000	45	13	250
Palet	9	Cardona	7.200	1.440	46	14	200
Palet	10	Vilanova i la Geltrú	6.200	30	45	18	200
Palet	11	Roda de Berà	6.000	6.000	42	12	450
Palet	12	Pla de Santa Maria, El	4.800	960	45	15	125
Palet	13	Cabra del Camp, La	2.200	1.470	95	15	225
Pal	14	Callús	8.000	4.800	?	12	700
Pal	15	Manresa	4.000	2.000	60	12	800
Puntals	16	Vallcebre	3.000	1.500	?	6	200
Puntals	17	Avinyonet del Penedès	400	300	51	3	400
Trituració	18	Llinars del Vallès	55.000	44.000	24	8	200
Trituració	19	Solsona	150.000	3.000	28	5	200

Font: Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya (OTPMIF, 2005).

4.3. Preu de la fusta

El cost del transport fins a fàbrica (de 40 a 100 km) s'ha considerat de 6-9 €/m³.

Els preus de la fusta per a pals, serra i trituració considerats s'han obtingut dels preus pagats per la indústria l'any 2005 (font: *Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya*. OTPMIF. Diputació de Barcelona. Dades de la prova pilot de Premià de Dalt i tallades al bosc municipal de la Pobla de Lillet).

Els preus considerats segons la destinació de la fusta són els de la taula 5.

Taula 5. Preus de la fusta segons la destinació

Destinació	Preu a fàbrica (€/t)	Preu carregador (€/m³)
Pal	54	45-48
Serra	45	36-39
Trituració	26	17-20

Font: Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya (OTPMIF, 2005).

De la cubicació de camions a la Pobla de Lillet en van resultar unes densitats pròximes a 1 t/m³.

4.4. Taxa d'actualització

Per actualitzar els beneficis i els costos d'explotació s'ha considerat una taxa d'actualització del 3%, basant-se en l'evolució de l'Índex de Preus al Consum dels últims dotze anys. Aquest valor implica que en el supòsit general:

- Els costos d'explotació es mantindran estables respecte a l'IPC.
- El preu de la fusta disminuirà un punt cada any respecte a l'IPC.

5. Estudi d'alternatives

En el plantejament de les múltiples alternatives per a la proposta d'un model de gestió del bosc de pi roig s'han tingut en compte els punts següents:

- Tipus d'estructura: regular o irregular.
- Tractaments de la regeneració.
- Estimació del torn.
- Propostes de model de gestió.

5.1. Àmbit d'aplicació

Per a l'aplicació del model que es proposi, s'ha delimitat el territori de manera que en queden excloses les zones no mecanitzables.

En la taula 6 es presenta la definició considerada per a les zones mecanitzables i per a les zones no mecanitzables.

Taula 6. Zones mecanitzables i zones no mecanitzables

Zones	Objectius	Criteris generals
Actualment no mecanitzables	Manteniment del sistema. Criteris no productius	<ul style="list-style-type: none"> • >65% de pendent o a vessants que no siguin transitables per maquinària o situats a més de 90 m d'un camí
Mecanitzables	Producció de fusta (d'acord amb els balanços econòmics i de les qualitats d'estació s'orientarà la gestió a diferents productes: serra, pals, trituració)	<ul style="list-style-type: none"> • quan tinguin un pendent < 45% o • de 45 a 65% de pendent, sempre que es trobi a menys de 90 m d'un camí

5.2. Boscos irregulars i regulars

Davant la diferència marcada en la gestió dels boscos públics i els privats, s'ha estudiat quina és l'estructura que ofereix més avantatges en la seva gestió i en altres aspectes.

Després de l'anàlisi, es proposa una estructura per al bosc de tipus regular després de valorar els avantatges que comporta tenir aquesta classe d'estructura.

A continuació es descriuen els diversos aspectes que fan més favorable una gestió amb bosc regular:

5.2.1. Gestió

- El bosc regular permet fer aclarides sistemàtiques i extensives.
- No hi ha necessitat de fer un marcatge previ.
- La gestió en bosc regular és més fàcil.

5.2.2. Regeneració

El pi roig és una espècie de llum. La regeneració només es garanteix amb l'obertura del bosc i l'arribada de llum a terra.

Amb estructures irregulars hi ha molts problemes de regeneració. Es creen estructures amb absència d'arbres joves i els arbres petits no són els més joves sinó els que han quedat dominats per la resta.

5.2.3. Aprofitament

En boscos regulars, els aprofitaments són concentrats en l'espai i en el temps.

En conseqüència, els costos d'explotació són inferiors i el manteniment dels camins està més separat en el temps.

5.2.4. El producte

En estructures regulars s'obté un tipus de producte més homogeni en cada intervenció. Això permet que només calgui buscar un comprador per a un tipus de fusta.

5.2.5. Perill d'incendi

En el bosc regular la continuïtat vertical del combustible és menor i la densitat de la massa acostuma a ser menor durant la major part del torn.

Això fa que els boscos regulars es puguin defensar millor dels incendis forestals.

Per tots aquests motius, el tipus de bosc proposat és el regular.

5.3. Estimació del torn

Es proposa un torn tecnològic orientat a la mínima dimensió per a la fusta de serra: diàmetre de tallada final = 30 cm.

	Qualitat I	Qualitat II	Qualitat III
Màxima renda en espècie	81	77	75
Tecnològic (diàmetre final = 30 cm)	60	80	>100

5.4. Intervencions al llarg del torn

Aclarida de plançoneda. No comercial

- N'hi ha prou amb una, sempre que sigui intensa i precoç (Buffet, 1984).
- S'ha de fer quan la massa té entre deu i vint-i-cinc anys, i deixar entre 2.200 i 2.500 peus/ha (Gómez i Montero, 1989).
- Observacions pròpies indiquen que una densitat final de 1.500 peus/ha permet introduir arbres de qualitat acceptable per a la producció de fusta de palet.
- Una densitat més baixa incrementa els creixements diametral i permet escurçar el torn.

Aclarides

- Tallada d'arbres dominants i codominants (Gómez i Montero, 1989).
- A la primera meitat del torn les aclarides han de ser fortes: el pi roig hi reacciona bé (fins al 40% de l'àrea basimètrica) (Montero *et al.*, 2000).
- Concentrar les aclarides permet reduir costos i millorar el balanç a cada intervenció.

5.5. Tractaments de regeneració

La definició de les principals característiques dels diferents tipus de tallada es facilita a continuació:

Tallada arreu amb arbres pare

- Es deixen trenta-quaranta arbres per ha.
- Tallada arreu per faixes.

Franges d'amplada equivalent al doble de l'alçada dels arbres

- Les tallades avancen en contra dels vents dominants.
- Es talla cada quatre o cinc anys.

Aclarida successiva clàssica

- Tres intervencions en un període de menys de vint anys.
- Preparatòria, disseminatòria i final.

La decisió referent al tipus de tallada per al model s'ha pres valorant els avantatges i els inconvenients de cadascun i que es detallen en la taula 7.

Taula 7. Avantatges i inconvenients dels diferents tipus de tallada

	Avantatges	Inconvenients
Arbres pare	<ul style="list-style-type: none"> • Menys intervencions • Facilitat de planificació 	<ul style="list-style-type: none"> • S'ha de passar abans per una densitat de <400 peus/ha • Més risc de ruptures • Impacte visual
Faixes	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitat de desemboscatge 	<ul style="list-style-type: none"> • Superfícies petites • Dificultat de planificació • Impacte visual
Aclarida successiva clàssica	<ul style="list-style-type: none"> • Permet intervenir en una gran superfície al mateix temps • Facilitat de planificació 	<ul style="list-style-type: none"> • Almenys tres intervencions en 20 anys

Per al tractament de la regeneració es recullen els avantatges dels diferents mètodes.

Es tracta d'una aclarida amb tres actuacions, si bé la tallada final coincideix amb l'aclarida de plançonada de la regeneració natural.

Les tres actuacions consistirien en:

Preparatòria

Es deixen uns 400 peus/ha, quan el diàmetre mitjà és de >25 cm (seixanta anys).

Disseminatòria

Es deixen 100-150 peus/ha.

- S'acostuma a deixar entre 100 i 200 peus/ha (Martínez de Pisón, 1948; Donés *et al.*, 1997).
- Si hi ha problemes de regeneració, es pot plantejar una segona disseminatòria deixant cinquanta arbres pare.

Final

Es combina l'aclarida de plançoneda amb la tallada dels arbres pare (González i Bravo, 1999).

- Com a experiència anterior tenim una actuació de *Pinus nigra* a la comarca de l'Anoia, en la qual la tallada de cinquanta arbres pare/ha va compensar l'aclarida de plançoneda del regenerat.
- És possible que la tallada de 150 arbres pugui afectar negativament part del regenerat.

Taula 8. Resum de les tres tallades per al tractament de la regeneració

Tallada	Densitat després de la tallada	Observacions
Preparatòria	400-500	• Per obrir capçades i estabilitzar els arbres abans de la tallada disseminatòria
Disseminatòria	150-180	• Transcorreguts 10 anys
Tallada final- Aclarida de plançoneda	0	• Conjuntament amb l'aclarida de plançoneda (als 15 anys)

6. Comparativa de models

En aquest punt es presenten alguns dels models que es van plantejar en el càlcul per concloure finalment en una proposta.

El que es pretenia amb aquests models és fer una adaptació de caràcter extensiu dels mètodes silvícoles clàssics aplicables al bosc actual de pi roig.

Per a boscos monoespecífics de pi roig es parteix de les taules de producció proposades per als Pirineus (García i Tella, 1986), amb certes modificacions per adaptar-les a les condicions tècniques i econòmiques actuals.

Aquestes modificacions genèriques són les següents:

- Reduir el nombre d'intervencions

- Tallar més arbres en cada intervenció (maximitzar el volum explotat en cada aclarida)
- Efectuar dues tallades finals: una de preparatòria i una de disseminatòria

6.1. Model 1. Aclarida successiva segons bibliografia

En aquest model s'ha considerat la gestió clàssica de boscos de pi roig en bosc regular amb l'objectiu de produir fusta per a serra. S'ha fet una adaptació a un torn curt (70-80 anys) i s'ha previst la tallada dels arbres pare conjuntament amb l'aclarida de plançoneda.

Estructura	Regular
Tractament de regeneració	Aclarida successiva

Qualitat I

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Conjuntament amb tallada final
1a aclarida	10	40	800	19	115,3	No comercial. Requereix una inversió
2a aclarida	14	60	500	29	126,8	Trituració i serra
Tallada preparatòria	19	80	300	37	102,6	Serra i pals
Tallada disseminatòria	21	90	150	40	116,5	Serra
Tallada final	24	100	0	44	142,5	Serra Conjuntament amb l'aclarida de plançoneda

Qualitat III

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb la tallada final
1a aclarida	9	40	800	13	41,2	No comercial. Requereix inversió
2a aclarida	12	60	500	19	49,4	No comercial. Requereix inversió
Tallada preparatòria	14	80	300	24	54,5	Trituració i serra
Tallada diseminatòria	15	90	150	26	40,9	Fusta per a serra
Tallada final	16	100	0	28	52,2	Juntament amb l'aclarida de plançoneda

6.2. Model 2. Aclarida successiva adaptada

Model basat en la gestió del bosc municipal de la Pobla de Lillet. En cas que hi hagués problemes de regeneració es planteja l'opció de fer una segona tallada de regeneració deixant uns cinquanta arbres/ha. Planteja una aclarida menys que el model 1.

Estructura proposada	Regular
Tractament	Aclarida successiva

Qualitat I

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb tallada final
1a aclarida	14	40	800	9	115,3	Trituració i serra
2a aclarida	19	60	400	29	169,1	Fusta de serra i pals
Tallada preparatòria de la regeneració	22	70	150	33	128,3	Fusta de serra
Tallada final	24	80	0	37	116,5	Fusta de serra Juntament amb l'aclarida de plançoneda

Qualitat III

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb tallada final
1a aclarida	9	40	800	13	41,2	Fusta no comercial que requereix una inversió per fer l'aclarida
2a aclarida	12	60	500	19	49,4	Trituració i serra
Tallada preparatòria de la regeneració	14	80	300	24	54,5	Serra i pals
Tallada disseminatòria	15	90	150	26	40,9	Serra i pals
Tallada final	16	100	0	28	52,2	Fusta per a serra Juntament amb l'aclarida de plançoneda

6.3. Model 3. Tallada arreu per a serra

Model basat en el de la silvicultura del pi blanc elaborat el 2003 des de l'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona. Aquesta silvicultura es pot veure en la publicació *Dossiers de Gestión Forestal*, núm. 4 (pàg. 48). La proposta que es presenta a continuació es refereix concretament al model estàndard per a la qualitat I de pi blanc amb aprofitament de fusta a trituració.

Estructura proposada	Regular
Tractament de regeneració	Tallada arreu

Qualitat I

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb tallada arbres pare
1a aclarida	14	40	400	19	181,2	Trituració i serra
Tallada final	19	50	150	24	68,2	Serra i trituració
Tallada arbres	21	60	0	29	63,4	Superfície màx. de tallada 10 ha. Allà on l'estrat arbusti impedeixi regenerar, es tractarà la vegetació. Fusta per a serra

Qualitat III

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 1,5 m. Juntament amb la tallada arbres pare
1a aclarida	9	40	400	13	64,8	No comercial. Requereix una inversió per fer l'aclarida
Tallada final	11	50	150	16	21,7	Trituració i serra
Tallada arbres	12	60	0	19	24,7	Superfície màx. de tallada 10 ha. Allà on l'estrat arbustiu impideixi regenerar, es tractarà la vegetació. Fusta per a serra

7. Anàlisi econòmica dels models

A continuació es presenta l'anàlisi econòmica del torn per als models exposats, que són els que van proporcionar uns resultats més interessants i viables.

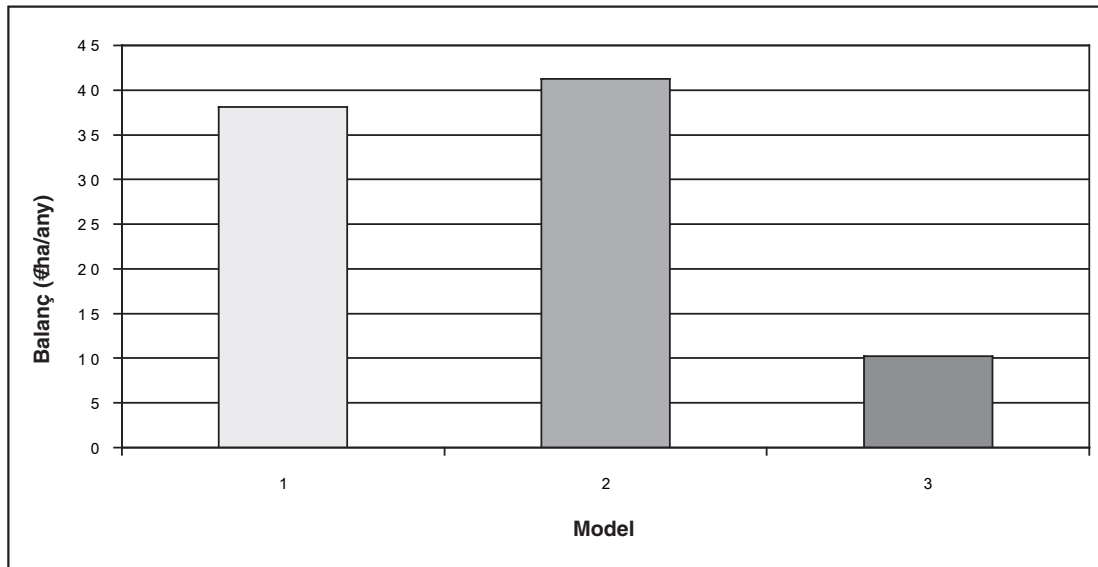
Es mostren en gràfics per a la comparativa entre ells.

7.1. Qualitat I (creixement mitjà 5,5 m³/ha/any)

A la figura 4 es mostra el balanç econòmic per als tres models per a una qualitat I i fixant els valors següents:

- Increment anual del preu de la fusta: 2%
- Increment anual dels costos d'explotació: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 4. Balanç econòmic per als models 1, 2 i 3



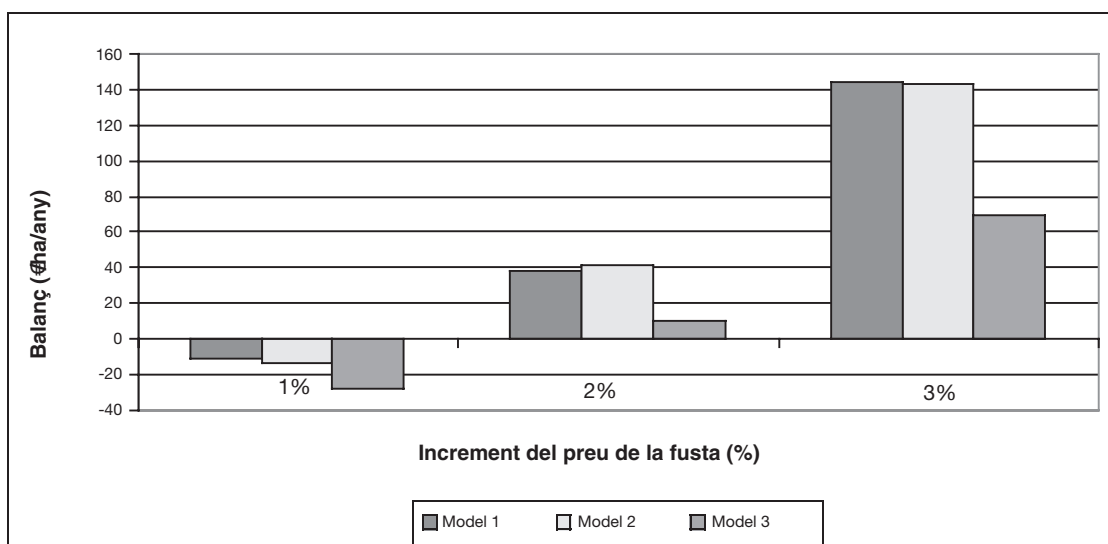
7.2. Qualitat I (creixement mitjà 5,5 m³/ha/any). Modificant l'increment en el preu de la fusta

A la figura 5 es mostra el balanç econòmic per als tres models fixant els valors per a tres casos diferents d'increment del preu de la fusta.

Per al càlcul es fixen els valors següents:

- Increment anual dels costos d'explotació: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 5. Balanç econòmic per als models 1, 2 i 3 variant l'increment del preu de la fusta

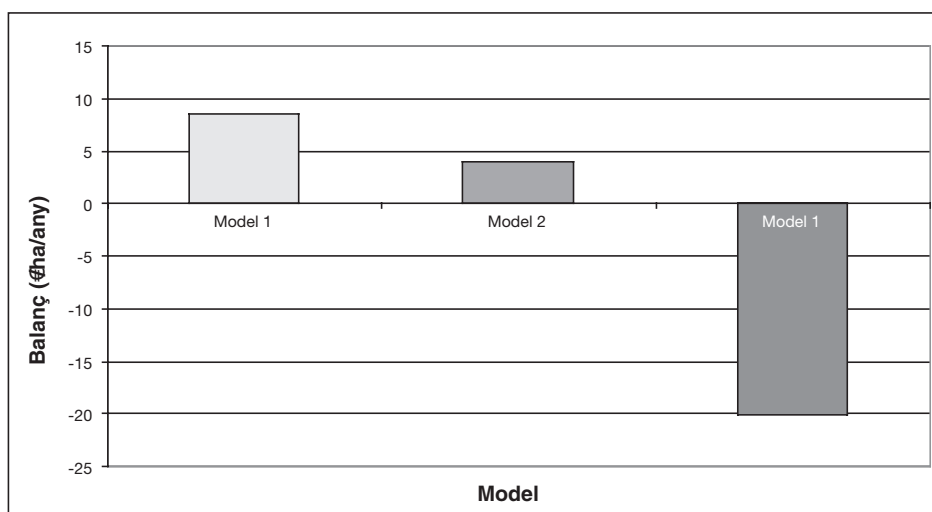


7.3. Qualitat II (4 m³/ha/any)

A la figura 6 es mostra el balanç econòmic per als tres models amb una qualitat d'estació II i fixant els valors següents:

- Increment anual del preu de la fusta: 2%
- Increment anual dels costos d'exploració: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 6. Balanç econòmic amb la qualitat II per als models 1, 2 i 3



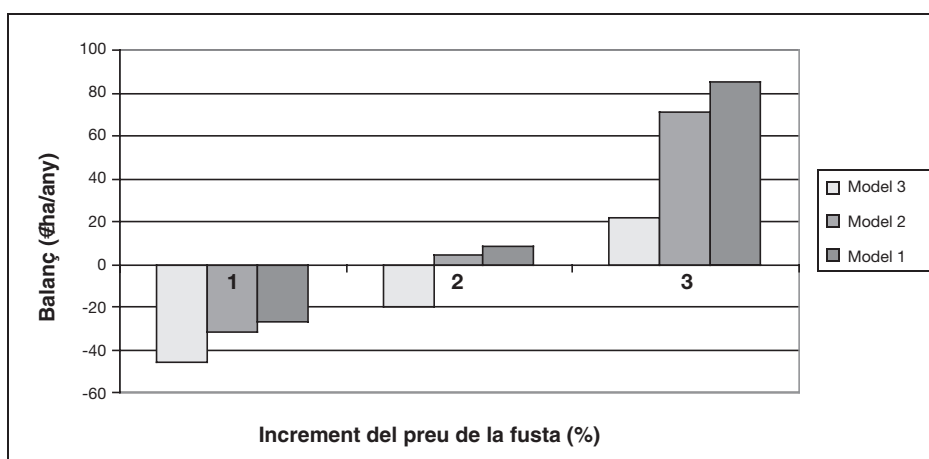
7.4. Qualitat II (4 m³/ha/any). Modificant l'increment en el preu de la fusta

A la figura 7 es mostra el balanç econòmic per als tres models fixant els valors per a tres casos diferents d'increment del preu de la fusta.

Per al càlcul es fixen els valors següents:

- Increment anual dels costos d'exploració: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 7. Balanç econòmic amb qualitat II per als models 1, 2 i 3 variant l'increment del preu de la fusta

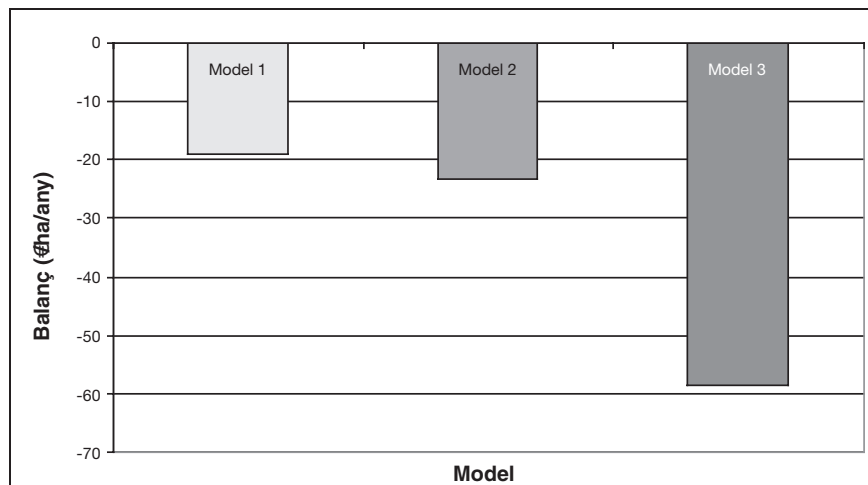


7.5. Qualitat III (2,7 m³/ha/any)

A la figura 8 es mostra el balanç econòmic per als tres models amb una qualitat d'estació III i fixant els valors següents:

- Increment anual del preu de la fusta: 2%
- Increment anual dels costos de producció: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 8. Balanç econòmic de la qualitat III per als models 1, 2 i 3



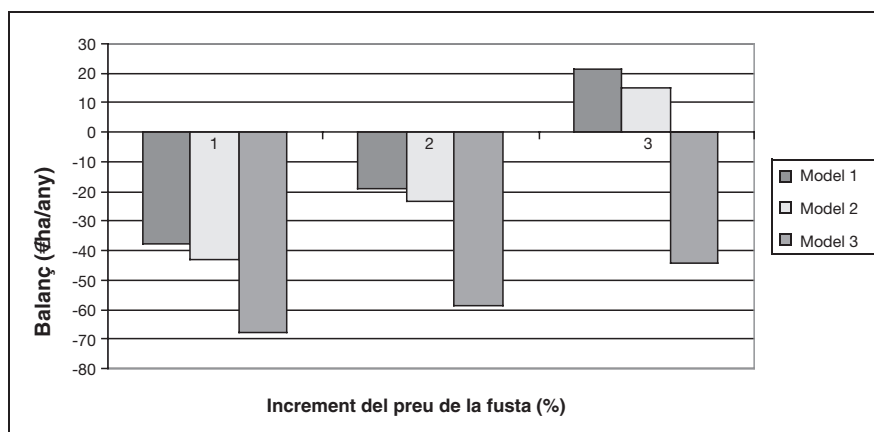
7.6. Qualitat III (2,7 m³/ha/any). Canviant l'increment en el preu de la fusta

A la figura 9 es mostra el balanç econòmic de la qualitat III per als tres models fixant els valors per a tres casos diferents d'increment del preu de la fusta.

Per al càlcul es fixen els valors següents:

- Increment anual dels costos d'explotació: 3%
- Taxa d'actualització: 3%

Figura 9. Balanç econòmic per als models 1, 2 i 3 variant l'increment del preu de la fusta



7.7. Observacions de l'anàlisi del torn

- Els balanços econòmics dels models 1 i 2 són molt semblants.
- Els models 1 i 2 sempre es comporten millor que el 3.
- Els balanços econòmics són positius per a les qualitats I i II.
- Per a la qualitat II, es retarda la primera aclarida als quaranta-cinc anys perquè els arbres aprofitats tinguin un diàmetre mitjà de 18-19 cm.
- És important ordenar la finca per obtenir una renda contínua.

8. Conclusions

- Si es parteix d'un bosc adult, el model més viable en boscos privats és el 2.
- Per a la qualitat III no es pot plantejar un model orientat a la producció de fusta.
- Seria necessari un finançament del cost d'adaptació per a la regularització del bosc, adaptant-lo a la densitat ideal segons el model proposat.

8.1. Resum final

Finalment es proposa seguir el model 2, que reuneix els criteris següents per a la gestió de la massa:

- La massa es gestionarà com a regular.
- Torn: setanta anys.
- Es consideraran dues qualitats segons que l'objectiu sigui la producció de fusta (qualitat I) o no (qualitats II i III).
- Es farà una aclarida de plançoneda, entre els deu i vint anys, reduint la densitat entre 800 i 2.000 peus d'acord amb la qualitat d'estació.
- La primera aclarida es farà quan el diàmetre mitjà superi els 18 cm. Les intervencions més intenses s'efectuen en la primera meitat del torn.
- El tractament de regeneració serà mitjançant aclarida successiva.
- En la tallada disseminatòria, el nombre d'arbres que han de mantenir-se dempeus per aconseguir la regeneració natural pot variar entre els 100 i els 150 peus/ha.
- Tallada d'arbres pare conjuntament amb l'aclarida de plançoneda.

MODEL PROPOSAT PER A LA GESTIÓ DE Pi roig

Qualitat I

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb tallada final
1a aclarida	14	40	800	19	65,9	Trituració i serra
Tallada preparatòria de la regeneració	19	60	400	29	169,1	Fusta de serra i pals
Tallada disseminatòria	21	70	150	33	128,3	Fusta de serra
Tallada final	24	80	0	37	116,5	Fusta de serra Juntament amb l'aclarida de plançoneda

Qualitat III

Aclarides	Alçada dominant (m)	Edat (anys)	Densitat després de l'actuació (peus/ha)	Diàmetre mitjà (cm)	Volum aprofitat (m ³)	Observacions
Aclarida de plançoneda	-	15	1.500	-	-	Alçada mitjana regenerat 2 m Juntament amb tallada final
1a aclarida	9	40	800	13	23,6	Fusta no comercial que requereix una inversió per fer l'aclarida
Tallada preparatòria de la regeneració	12	60	400	19	65,9	Trituració i serra
Tallada disseminatòria	13	70	150	22	54,7	Serra i pals
Tallada final	14	80	0	24	40,9	Fusta per a serra Juntament amb l'aclarida de plançoneda

Bibliografia

BONO, D.; OLLÉ, M. (2003): *El pi roig. Estudi bibliogràfic i anàlisi de l'ecologia, la dinàmica de l'espècie i els diferents models de gestió*.

BUFFET, M. (1984): «Sylviculture du Pin sylvestre de plaine». ONF *Bull Tech.* núm. 15.

DONÉS, J.; RUIZ, S.; CABRERA, M.; GONZÁLEZ, M. (1997): «Densidad y área basimétrica óptima para el inicio de la regeneración en el monte "Pinar de Valsaín". IRATI 97», *Montes de futuro: respuestas ante un mundo en cambio*. I Congreso Forestal Hispano Luso.

GARCÍA, J. L.; TELLA, G. (1986): *Tablas de producción de densidad variable para Pinus sylvestris L. en el sistema piernaico*. INIA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

GÓMEZ, J. A.; MONTERO, G. (1989): *Efectos de las claras sobre masas naturales de Pinus Sylvestris L. en la vertiente sur del macizo de Urbión*. Comunicaciones INIA. Serie: Recursos Naturales.

MONTERO, G.; DEL RÍO, M.; ORTEGA, C. (2000): «Ensayo de claras en una masa natural de Pinus silvestris L. en el sistema central». *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* Vol. 9.

OTPMIF (2005): *Butlletí del mercat dels productes forestals a Catalunya*. Ed. Diputació de Barcelona.

OTPMIF (2001): *Dossiers de Gestió Forestal* núm. 3 i 4. Ed. Diputació de Barcelona.

Anàlisi de la proposta de model silvícola per a boscos de pi roig

Álvaro Aunós Gómez

Catedràtic de l'ETSEA de Silvicultura de la Universitat de Lleida

Les dades aportades sobre el reduït volum que impliquen els aprofitaments de fusta d'aquesta espècie a Catalunya, amb relació al creixement de les seves masses, revelen una situació preocupant d'abandó de la gestió silvícola, que a més de la capitalització excessiva d'existències volumètriques comporta altres efectes negatius (major grau de combustibilitat, estabilitat física compromesa, reducció de la biodiversitat, etc.). En aquest context convé proposar nous modes de gestió que permetin afrontar la situació.

El model presentat té la virtut d'integrar els components d'ordre econòmic que sovint acostumen a quedar al marge d'aquest tipus d'anàlisi. Aquest enfocament, no limitat als aspectes de caràcter tècnic, permet així garantir no solament la sostenibilitat des del punt de vista purament silvícola o ecològic, sinó també la global del sistema.

Consideracions sobre les hipòtesis assumides per al càlcul

Les taules de producció de García Abejón i Tella (1986), utilitzades com a referència, es van elaborar en l'àmbit territorial de les masses pirinenques d'Osca i Lleida, recollint en conseqüència la variabilitat i l'heterogeneïtat implícites de poblacions localitzades en situacions ecològiques molt disperses i en certs casos sotmeses a adversitats estacionals severes. Si a això afegim que els boscos de propietat privada objecte de l'estudi acostumen a trobar-se en localitzacions d'altitud més baixa i per això a presentar millors qualitats, pot succeir que l'ús d'aquestes taules, tot i ser les més pròximes geogràficament, condueixi a estimacions productives una mica infravalorades. En resum, encara que constitueixen un bon referent, també és possible que les pautes de creixement que descriuen no coincideixin amb les de les masses objecte de l'estudi, per la qual cosa caldrà ser prudents a l'hora d'interpretar-les i aplicar-les.

Conduir la massa sota espessors més baixes que les prescrites en taules de producció de silvicultura mitjana pot comportar que l'àrea basimètrica real se situï per sota dels nivells de l'àrea basimètrica crítica, amb la consegüent disminució de la producció total. No obstant això, aquesta opció permet obtenir a la mateixa edat diàmetres de major dimensió que els indicats en les taules adoptades com a referència.

Finalment, crida l'atenció l'elevat cost de desemboscatge que s'assigna a la fusta de 10 cm de diàmetre (81 €/m³), especialment en comparar-lo amb el de la fusta de 15 cm, el cost de la qual és quasi la tercera part. Aquesta divergència de valors, difícilment atribuïble a la distinta dimensió dels productes, tampoc no sembla obeir a sistemes diferenciats

de desemboscatge, per tal com tots aquests productes ja elaborats i a carregador són aptes en principi per a una mateixa destinació de desintegració.

Diagnòstic del model d'aclarida successiva

En essència, el model seleccionat, fonamentat en l'aclarida successiva, forma un itinerari caracteritzat per l'escàs nombre d'intervencions silvícoles a fi de simplificar la gestió. Des d'aquesta perspectiva, resulta de concepció simple i encaixa perfectament amb l'objectiu d'oferir una solució integrada en la particular problemàtica socioeconòmica, que es caracteritza per l'escassa rendibilitat financera d'aquests boscos i el consegüent abandó de la seva gestió.

L'ampliació de l'espai de temps entre actuacions i l'excessiva espessor que s'arrossega entre elles comporta un creixement diametral menor i en conseqüència un coeficient d'esveltesa de valor superior (mateixa alçada en relació amb un menor diàmetre). Així, es pot incórrer a priori en el risc de superar els llindars d'estabilitat física de la massa, quantificada per a aquesta espècie en valors del coeficient d'esveltesa de 70-80. En tals situacions, intervencions de pes fort com les projectades desestructuren l'estabilitat col·lectiva de la massa i poden traduir-se en els anys immediats en ruptures de peus desiguals. La manera de reduir aquests riscos és aplicant intervencions dosificadores de la competència a edats juvenils, que és quan els arbres ofereixen una millor capacitat de reacció i d'ocupació de l'espai. Cal destacar en aquest sentit que la silvicultura britànica, dissenyada sota condicions de riscos importants de ruptures per vendavals, propugna règims d'aclarides intensos materialitzats en l'extracció, durant la primera meitat del torn, del 75% del valor de l'àrea basimètrica acumulada en cada període.

Centrant-nos ja en l'itinerari cronològic proposat, s'apunten les observacions següents:

1. Tallada final:

- 1.1. Si bé resulta consegüent, des d'un enfocament d'economia de recursos, endarrerir la tallada final per fer-la coincidir amb l'aclarida de plançonedada i compensar-ne així els costos elevats, silvícolament sembla inadequat sotmetre el regenerat jove necessitat de llum a la competència d'un dosser arbori compost per 100-150 peus/ha durant un lapse de temps tan dilatat (quinze anys). Tal situació derivarà en un repoblament i una plançonedada grossa debilitada, i amb port amb tendència al plagiotropisme; a més, l'abatiment dels peus grans ocasionarà ruptures importants sobre el regenerat ja lignificat.
- 1.2. Proposta: se suggereix respectar un nombre inferior d'arbres per a la tallada final (menys de 80 peus/ha) i avançar-la a deu anys després de la disseminatòria.

2. Aclarida de plançoneda:

- 2.1. Si al moment de l'aclarida de plançoneda la densitat del regenerat és elevada, i tenint en compte que s'haurà desenvolupat sota notables nivells de competència tant lateral com de llum, no sembla prudent reduir tan dràsticament l'espessor a l'edat primerenca de deu anys.
- 2.2. Proposta: mantenir després de l'aclarida de plançoneda una densitat de l'ordre de 2.000 peus/ha de plançoneda grossa.

3. Primera aclarida:

- 3.1. La circumstància d'apressar el moment de l'aclarida de plançoneda, respectant un nombre més gran de peus, aconsella avançar així mateix la primera aclarida. Aquesta modificació quasi no incidirà sobre els components econòmics, ja que en ambdós casos la majoria dels productes tenen la mateixa destinació de trituració.
- 3.2. Proposta: fer la primera aclarida cap a l'any trenta-cinc, respectant uns 800 peus/ha.

4. Segona aclarida enfront de la tallada preparatòria:

- 4.1. Reduir, a l'edat de seixanta anys, la densitat de 800 peus/ha a la meitat comporta un risc evident amb vista a l'estabilitat física dels arbres resultants.
- 4.2. Proposta: substituir la tallada preparatòria per una segona aclarida d'objectius i productes anàlegs, feta cap als 50-55 anys, i respectant uns 350 peus/ha; es pot assumir que l'avançament de la intervenció no tindrà reflex en les dimensions dels productes obtinguts per tal com també es va avançar el moment de la primera aclarida.

5. Tallades pròpiament de regeneració:

- 5.1. La tallada disseminatòria persegueix habilitar les condicions òptimes de sòl i vol perquè darrere seu s'instal·li el regenerat i sobrevisqui adequadament durant uns anys. Amb les aclarides precedents s'haurà aconseguit un desenvolupament de capçades apte per a una fructificació suficient, i atès el temperament de llum mitjana de l'espècie no és convenient mantenir una coberta del dosser arbori excessiva.
- 5.2. Proposta: d'acord amb la marcada contranyada de l'espècie, executar la tallada disseminatòria en un any d'abundant fructificació (al voltant dels 70-80 anys), respectant 80 peus/ha que s'eliminaran deu anys més tard en la tallada final.

Intervenció silvícola	Any	Densitat resultant (peus/ha)
Aclarida de plançoneda	10	2.000
Primera aclarida	35	800
Segona aclarida	50-55	350
Tallada disseminatòria	70-80	80
Tallada final més aclarida de plançoneda	10 anys després	

Sobre masses de qualitat II i III les pautes serien les mateixes, corregint lleugerament les densitats a l'alça.

Variants del model general

Si introduïm en l'anàlisi algunes de les consideracions apuntades al començament, del model general es derivarien dues variants.

a) Masses sotmeses a riscos abiòtics

En estacions on es temin desequilibris causats per la sequera (pinedes xeròfiles o exposicions de solana) o pel vent, és convenient dosificar de manera més gradual i adequada la competència intraespecífica. En el primer cas, a fi de mantenir de manera òptima els nivells de vitalitat dels individus, i en el segon rebaixant l'esveltesa per mitjà de l'increment diametral propiciat per les aclarides, amb la qual cosa s'evitaria el risc que aquestes intervencions trenquessin l'estabilitat col·lectiva de la massa.

En ambdues situacions, convé plantejar-se l'oportunitat d'intercalar una tercera aclarida per tal de reduir la competència de manera més gradual, sacrificant així l'objectiu econòmic en nom de la persistència. Això comportaria avançar la primera intervenció als trenta anys, deixant 1.000 peus/ha, i reduir la densitat resultant mitjançant dues aclarides més per arribar a les tallades de regeneració amb 300 peus/ha.

b) Masses amb creixements mitjans superiors a 5 m³/ha/any

En terrenys on es constatin creixements, en alçada o bé volumètrics, superiors als de la millor qualitat de les taules de producció del Pirineu, cal estimar els creixements per mitjà de les taules de producció del Sistema Central (Rojo i Montero, 1996). Les modificacions sobre el model general serien llavors més aviat d'ordre qualitatiu, i es fonamentarien en l'aplicació d'aclarides selectives amb identificació d'arbres de futur, l'avançament de la primera aclarida als trenta anys acompanyada de poda de penetració, potser també podes altes, i l'orientació de la gestió per tal d'obtenir al final del torn fusta amb destinació a serra i fins i tot fullola de desenrotllament.

La irregularitat com a opció alternativa

La situació general descrita per a les masses objecte de l'estudi correspon en gran manera a estructures amb aspecte d'estar irregularitzades en cert grau. Les tallades que s'han

anat aplicant no són pròpiament d'aclarida sinó de selecció diamètrica o de diàmetre fix i, per tant, es desvinculen de l'objectiu de la regeneració. L'eliminació precoç dels arbres dotats de millor conformació fenotípica ha de comportar, aparentment, una degradació progressiva del bosc en anar-se reproduint aquest per mitjà de llavor d'arbres mare sense les aptituds desitjables. S'arribarà a un punt en què els productes no respondran a les característiques requerides per la indústria de pals o de serra i tampoc no seran aptes per a la transformació de la massa. La solució que reclama aquesta hipotètica situació és la tallada arreu de la massa i la seva substitució per una repoblació artificial amb material vegetal seleccionat o millorat genèticament. Per consegüent, l'aspecte de la degradació de la massa pel que fa als productes comercials obtinguts, tot i que important, no constitueix una restricció insalvable a zones d'orografia relativament poc accidentada, en no comprometre de manera seriosa la funció protectora que presten sobre el sòl.

La transformació de tals masses cap a formes regulars necessitarà un període de transició, durant el qual les intervencions silvícoles es dirigiran exclusivament a la dosificació de la competència, es potenciarà els individus d'edat anàloga i que presentin caràcters de vigor, bon creixement, desenvolupament equilibrat de la capçada i aspecte fenotípic destacables. Els tractaments silvícoles prescrits seran aclarides centrades en l'eliminació dels peus que més molestin aquells que es desitja potenciar, i de les quals s'obtindrà, exclusivament, fusta de desintegració, ja que els aprofitaments anteriors hauran reduït el nombre de peus que puguin presentar aquests caràcters òptims indicats. El període de transformació, la durada del qual pot xifrar-se al voltant de quaranta anys, conclourà al moment en què s'emprenghi la regeneració de la massa mitjançant tallades per aclarida successiva.

La majoria dels boscos que ens ocupen són de titularitat privada i extensió reduïda, la qual cosa fa que els silvicultors no ho siguin a dedicació completa, sinó que desenvolupen aquesta activitat com a complement d'altres. En aquest context, resulta obvi que no se'ls pot exigir un alt grau de qualificació tècnica i això fa que les modificacions suggerides amb vista a la transformació de la massa ensopeguin amb reticències personals per assumir el canvi d'uns hàbits perfectament adaptats i exercits. A més, el tractament per aclarida successiva requereix una atenció i qualificació més grans que la pràctica tradicional portada a terme fins ara.

D'una anàlisi financera feta sobre masses de pinassa del Solsonès (Aunós, 1997), orientades bàsicament a la producció de fusta de pals, es va concloure que el manteniment de l'estructura irregularitzada resultava favorable enfront de l'opció de la transformació en bosc regular, no tan sols per la diferència monetària enfront de l'altra alternativa, sinó també pel que comporta en l'avançament i la constància periòdica dels ingressos.

Així doncs, tot i admetent que el model més idoni ha de fonamentar-se en la regularitat, no s'hauria de descartar a curt termini la gestió tradicional basada en estructures irregularitzades, a causa del seu atribut de senzillesa i del seu avantatge econòmic immediat. Aquesta opció seria especialment recomanable en possessions de petita dimensió i gestionades directament pels propietaris.

Conclusions

1. Amb caràcter general, el model proposat, un cop integrades les modificacions suggerides, apareix com a tècnicament viable i correctament concebut per donar solució des de l'àmbit socioeconòmic a la problemàtica descrita.
2. Sota circumstàncies abiòtiques adverses, s'ha de propiciar una reducció més gradual de l'espessor, incorporant una altra aclarida.
3. En estacions on es constatin bons creixements, es pot tendir a adoptar itineraris de silvicultura més dinàmics orientats a la producció de fusta de major qualitat, amb aplicació d'aclarides selectives i podes.
4. En masses irregularitzades de qualitat d'estació mediocre i gestionades directament pels seus propietaris, no s'hauria de descartar el manteniment d'aquesta estructura, a causa de certs avantatges que també se'n deriven.

Referències bibliogràfiques

AUNÓS, A. «Gestió actual i alternatives en les masses de pinassa del Solsonès». *Silvicultura*, núm. 16 (1997), pàg. 8-9.

GARCÍA ABEJÓN, J. L., TELLA, G. «Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Pirenaico». *Comunicaciones INIA*, sèrie Recursos Naturales, núm. 43 (1986).

ROJO, A., MONTERO, G. *El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama*. Madrid: MAPA, 1996.

Proposta de model silvícola per a boscos de pi blanc (*Pinus halepensis*)

Sònia Llobet i Just

Enginyera tècnica forestal. Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

1. Introducció

Els incendis forestals que van afectar Catalunya durant les dècades de 1980 i 1990 van cremar un total d'unes 208.000 hectàrees forestals. Aproximadament el 72% d'aquesta superfície (unes 150.000 ha) eren boscos de pi blanc.

Després d'aquests incendis, el pi blanc s'ha regenerat satisfactòriament de manera natural en la majoria de les zones on abans era present. Ara, transcorreguts uns anys i un cop restablerta la coberta vegetal arbòria, es planteja la necessitat de definir els objectius i les actuacions silvícoles que cal fer en aquests boscos.

En la primera part d'aquest treball es fa una síntesi de la informació recollida sobre l'ecologia i la silvicultura del pi blanc en les seves diferents fases de creixement, a fi d'aportar informació que ens permeti prendre decisions sobre la gestió dels boscos de pi blanc.

Basant-se en la bibliografia i les experiències recollides, es proposen, en una segona part d'aquest document, una sèrie d'actuacions silvícoles en els boscos de pi blanc de la Catalunya central. Aquestes actuacions s'han diferenciat segons que siguin boscos en fase de regeneració després d'un incendi o boscos de pi blanc no cremats.

2. L'ecologia del pi blanc

2.1. Característiques generals

El pi blanc és una espècie típicament mediterrània que s'estén per tota la conca del Mediterrani, des de l'interior de la península Ibèrica fins al Líban i Israel. Al Pròxim Orient el *Pinus halepensis* està emparentat amb el similar *P. brutia*.

El pi blanc es caracteritza per la seva resistència a llargs períodes de sequera i altes temperatures. És una espècie heliòfila i termòfila. És l'espècie de pi que tolera més altes concentracions de llims, característica que n'explica la presència en sòls degradats, rocosos i de poca profunditat. Aquesta qualitat li confereix la reputació de ser una espècie calcòfila encara que és capaç de viure en substrats àcids amb suficients precipitacions.

S'estén des de nivells costaners fins als 1.400 m d'altitud a les muntanyes de l'Atlas (el Marroc). Els exemples més freqüents de boscos de pi blanc es troben a una altitud inferior als 800 m, en sòls calcaris i zones amb precipitacions mitjanes de 500 mm anuals.

En les bones estacions d'orientació sud i amb una pluviometria superior (fins a 1.000 mm anuals), aquest pi presenta bons creixements. No obstant això, també hi ha boscos d'aquesta espècie arbòria a zones amb precipitacions inferiors a 250 mm anuals. Aquests pins presenten troncs defectuosos, molt brancatge i alçades dominants inferiors a 5 m.

Les capçades de pi blanc deixen passar molta llum. Per tant, el sotabosc d'aquests boscos és, en la majoria dels casos, abundant i té com a espècies arbòries més freqüents l'alzina (*Quercus ilex*) i el roure (*Q. humilis*). A Catalunya apareix també amb freqüència *Q. coccifera*.

En altituds superiors als 700 m, el pi blanc i la pinassa (*Pinus nigra*) formen boscos mixtos.

A Espanya hi ha més de 800.000 hectàrees de boscos naturals de pi blanc, i més de 430.000 ha repoblades amb aquesta espècie. També cal tenir en compte que no hi ha prou estudis sobre les superfícies agràries abandonades que estan essent recolonitzades per aquest pi, molt importants en el transcurs dels últims trenta anys.

2.2. La regeneració natural del pi blanc

El pi blanc fructifica a partir dels dotze als vint anys i manté una producció de llavors abundant i regular fins als setanta anys (ONF, 1993; Papió, 1994; Barbero *et al.*, 1987; Tsitsoni, 1997).

La densitat llindar de peus pare a partir de la qual s'aconsegueix una bona regeneració natural de pi blanc és d'uns 50 peus/ha (a la Provença) (Hanens, 1998).

Les pinyes s'obren a partir dels tres anys a les branques, però també ho fan sota la influència de la calor (ONF, 1993), encara que poden romandre tancades fins a deu anys (Bruciamacchie, 1991; Hanens, 1998). L'època de dispersió de les llavors varia entre els mesos de maig i setembre depenent de la intensitat d'insolació (Bruciamacchie, 1991; Hanens, 1998; ONF, 1993).

La germinació es produeix entre setembre i novembre i es considera que fa falta una pluviometria de 20-30 mm per dissoldre les substàncies antigerminals contingudes a la llavor (Bruciamacchie, 1991).

Les llavors necessiten llum per germinar. Les plàntules de pi blanc creixen millor si tenen un lleuger abric durant els dos o tres primers anys després de la germinació. Més enllà dels cinc anys, l'ombra els és desfavorable (ONF, 1993).

La capacitat de germinació de les llavors és pràcticament nul·la transcorreguts dos anys en el sòl mineral (Papió, 1994). Altres autors, al contrari, assenyalen que el poder germinatiu de les llavors es manté durant quatre anys (Bruciamacchie, 1991).

2.3. Creixement i evolució del pi blanc

El pi blanc ha estat una de les espècies menys estudiades des del punt de vista de la productivitat fins ben entrada la dècada de 1990 (Belghazi, 2000; Brochiero *et al.*, 1999). En el passat, la recerca sobre aquesta espècie s'ha concentrat, sobretot, en la seva capacitat de regeneració després d'un incendi (Naveh; Barbero, 1987; Trabaud, etc.).

No obstant això, als últims anys s'han incrementat els estudis sobre el creixement del pi blanc, la seva productivitat i el seu paper en el món rural canviant (augment de la seva superfície, de les existències, etc.) sobretot en publicacions franceses, com també estudis recents de millora genètica (Alia).

Com a espècie típicament colonitzadora, el pi blanc té un important creixement vertical en la seva joventut fins als deu o vint anys. Aquest creixement disminueix gradualment fins als setanta o vuitanta anys, quan finalment s'estanca (Ortuño; Ceballos).

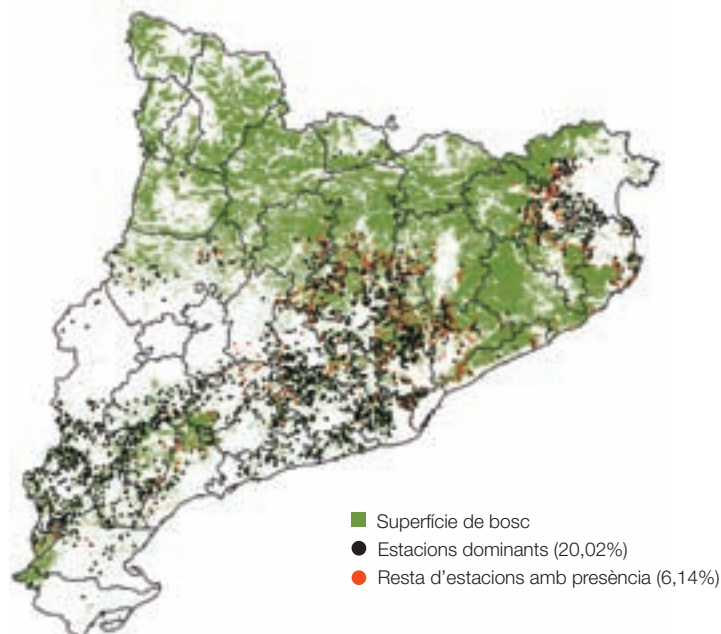
Els treballs de recerca que s'han centrat en l'estudi del creixement del pi blanc han arribat a definir models de creixement. Es tractarà d'això amb més profunditat en l'apartat 8.

3. Distribució i tipologia dels boscos de pi blanc a Catalunya

3.1. Superfície dels boscos de pi blanc de Catalunya

Catalunya té uns 2 milions d'hectàrees forestals, 1 milió de les quals aproximadament és superfície forestal arbrada. D'aquesta, els boscos de pi blanc ocupen unes 317.000 hectàrees, superfície que representa un 32%.

Figura 1. Distribució del pi blanc a Catalunya



Font: CREA (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals)

Centrant-nos en la província de Barcelona i segons les dades del II Inventari Forestal Nacional: Província de Barcelona, en aquesta província hi ha 152.291 hectàrees de pi blanc (un 36% de la superfície forestal de la demarcació).

A les comarques de la Catalunya central (l'Anoia, el Bages, el Berguedà) hi ha 48.634 hectàrees de boscos de pi blanc. Aquests boscos representen el 32% de la superfície de pi blanc de la província de Barcelona.

Taula 1. Informació analitzada per caracteritzar els boscos de pi blanc de la Catalunya central

Font d'informació analitzada	Any
II Inventari Forestal Nacional. Província de Barcelona	1986-1995
Inventari Ecològic Forestal de Catalunya	2000
Parcel·les realitzades per tècnics forestals a la zona de la Catalunya central	2000-2002

3.2. Classificació dels boscos de pi blanc segons l'alçada dominant

Segons l'Inventari ecològic forestal de Catalunya (2000), les alçades dominants de pi blanc varien entre 9 m (sobretot a les comarques de l'interior amb un clima més continental: el Segrià, la Noguera i la Terra Alta) i els 15 a 16 m a les zones més costaneres (comarques del Vallès i el Baix Llobregat) (taula 2).

Taula 2. Alçades dominants del pi blanc (*Pinus halepensis*), densitats mitjanes (peus/ha) i creixements a Catalunya

Comarques de Catalunya	Alçada dominant actual (m)	Densitat (peus/ha)	Creixement en volum (m ³ /ha/any)
Anoia	10,6	727	1,6
Bages	11,7	708	2,0
Berguedà	11,0	860	1,9
Baix Llobregat	16,2	779	4,3
Dades mitjanes	11,3	746	1,8

Font: Inventari ecològic forestal de Catalunya, 2000

Aquestes diferències es relacionen amb les diverses procedències i qualitats del pi blanc: els creixements en alçada i volum de les masses de pi blanc són més alts a les comarques més pròximes al litoral.

Malgrat aquestes constatacions, difícilment es poden extreure més conclusions de les dades de l'inventari. No obstant això, alguns estudis ja han indicat una correlació entre l'alçada dominant del pi blanc i la distància del mar (continentalitat del clima) (Vennetier, 1999; Rippert). Les dades de l'Inventari ecològic forestal tampoc no fan referència a la influència dels grans incendis que van afectar les comarques de la Catalunya central, ni lògicament a les alçades mitjanes i dominants de les masses de pi blanc d'aquestes zones.

4. Situació actual i planificació de boscos públics i privats

4.1. Situació actual de les zones en regeneració després dels incendis de les dècades de 1980 i 1990

Després dels incendis forestals de les dècades de 1980 i 1990, el pi blanc (*Pinus halepensis*) s'ha regenerat abundantment formant masses monoespecífiques i masses mixtes amb el roure (*Quercus humilis*, *Q. cerrroides*) i l'alzina (*Q. ilex*).

Si observem aquestes masses joves, es pot concloure que els vessants obacs presenten densitats de regeneració més abundants que les orientacions sud. El mateix succeeix amb les taxes de creixement.

A mesura que augmenta la latitud (de l'Anoia cap al Berguedà), la presència de frondoses s'incrementa als vessants obacs. També augmenta la densitat de pins als vessants orientats al sud (taula 2).

D'acord amb els inventaris fets en aquesta zona, hem establert una classificació dels boscos de pi blanc segons la seva densitat actual, valorada en nombre de peus per hectàrea (taula 3).

Taula 3. Classificació i localització dels boscos cremats en regeneració de pi blanc d'acord amb la seva densitat actual (peus/ha)

Classificació del bosc en regeneració	Superfície (ha)
Massa monoespecífica de pi blanc. Densitat: 2.000-6.000 peus/ha	2.039
Massa monoespecífica de pi blanc. Densitat > 6.000 peus/ha	2.939
Massa mixta de pi blanc i frondoses.	
Densitat del pi entre 1.000-6.000 peus/ha	
Densitat de frondoses entre 500-1.500 peus/ha	1.961
Massa mixta de pi blanc i frondoses	
Densitat del pi entre 1.000-6.000 peus/ha	
Densitat de frondoses > 1.500 peus/ha	1.222
Massa mixta de pi blanc i frondoses	
Densitat del pi > 6.000 peus/ha	
Densitat de frondoses entre 500-1.500 peus/ha	2.127
TOTAL	10.288

Font: Dades obtingudes a partir dels inventaris fets a l'Anoia (Aguilar de Segarra, Castellfollit de Riubregós, Copons, Jorba, Òdena, Rajadell, Rubió i Veciana), el Bages (Castellnou de Bages, Navàs, Santpedor i Súria) i el Berguedà (Casserres, Montclar, Montmajor, Olvan, Puig-reig, la Quar, Sagàs, Santa Maria de Merlès, Viver i Serrateix)

4.2. Situació actual dels boscos adults de pi blanc

Analitzant els inventaris forestals i les dades disponibles, s'arriba a la conclusió que els boscos adults de pi blanc de la Catalunya central s'exploten com a masses irregulars amb densitats elevades, moltes vegades superiors a 2.000 peus/ha (quasi el 50% dels

boscós tenen més de 1.000 peus/ha). Cal tenir en compte que la majoria d'aquests boscos són de propietat privada.

La densitat dels boscos de pi blanc augmenta a les zones de més pendent i als vessants d'exposició sud. Així, tenim que un 36% de les hectàrees de pi blanc d'aquesta zona (17.400 ha) se situen en vessants de pendents superiors al 40%, on l'explotació forestal es dificulta i s'encareix.

L'explotació d'aquests boscos es caracteritza, en la majoria dels casos, per ser un aprofitament individual dels millors arbres. Aquest tipus de «gestió» ha comportat l'estructura actual dels boscos de pi blanc, que dificulta una planificació a mitjà i llarg termini sota les condicions actuals.

A partir d'aquestes puntualitzacions, es pot concloure quatre aspectes bàsics:

1. Que la densitat dels boscos de pi blanc és sovint excessiva.
2. Que s'ha fet i es fa un aprofitament forestal preferentment a les zones de menor pendent, amb un abandó progressiu de les zones més difícils d'explotar i, per tant, amb costos més elevats.
3. Que els boscos situats en orientació nord, amb les millors qualitats, han estat sotmesos a una explotació més intensa.
4. Que les tallades que s'han fet en aquestes zones s'han dirigit a l'extracció dels arbres de major qualitat.

5. La gestió dels boscos de pi blanc

5.1. Primeres aclarides de plançonada (intervencions no comercials)

Aquesta actuació es considera indispensable i és important fer-la precoçment, ja que amb regeneracions de densitats elevades, com és el cas dels boscos de pi blanc, els peus entren en competència molt aviat i el creixement en diàmetre, en aquest cas, és molt lent.

Si no s'aclareixen els boscos de pi blanc, els arbres no arribaran a diàmetres aprofitables per a la indústria fins i tot en edats adultes, la qual cosa provoca un estat d'abandó del bosc accentuant el perill d'incendis forestals. A més, interessa fer aquesta aclarida de plançonada aviat per tal d'obtenir al moment de la primera aclarida comercialitzable (cap als trenta, quaranta o seixanta anys, segons les classes de fertilitat descrites) arbres que presentin una relació h/d < 80 (h: alçada, d: diàmetre normal) amb vista a assegurar l'estabilitat dels peus individuals davant de factors climàtics adversos, i una capçada prou desenvolupada que els permeti reaccionar enfront d'una aclarida.

L'ONF (1993) valora aquesta intervenció amb un cost de 715 a 1.054 euros/ha (cost de l'any 1992). A Catalunya, actualment aquestes intervencions tenen un cost de 750-800 €/ha

de mitjana, encara que varia d'acord principalment amb l'alçada i la densitat del regenerat.

5.2. Aclarides

El model francès (ONF, 1993), partint de la base que abans s'ha fet una primera aclarida de plançonada no comercial, preveu efectuar entre una i tres aclarides al llarg del torn del pi blanc. En cadascuna d'aquestes tallades es podrien aprofitar entre 30 i 40 m³/ha, volums de fusta a partir dels quals es considera que l'actuació pot ser rendible.

Un altre criteri proposat per decidir el moment òptim per fer una aclarida és utilitzar el factor d'espaiament (f.e. = quocient resultant de dividir la distància mitjana entre arbres per l'alçada mitjana, expressat en tant per cent). Si el factor d'espaiament és inferior al 30%, es proposa aclarir fins a f.e. = 35% (CRPF).

És important remarcar que, segons les dades del CRPF, no es preveu un augment substancial del recobriment de l'estrat arbustiu de pi blanc. És a dir, que el desenvolupament del sotabosc serà semblant amb o sense coberta de pi blanc.

5.3. Altres tractaments silvícoles: estassada de matoll i podes de qualitat

A continuació s'explica breument l'opció d'excloure altres tractaments silvícoles en masses de pi blanc o de bosc mixt, concretament l'eliminació de l'estrat arbustiu (estassada del matoll) i la poda.

5.3.1. Les estassades de matoll

L'objectiu principal d'aquestes actuacions és reduir la biomassa total del bosc, amb l'eliminació de l'estrat arbustiu i la disminució del nombre d'arbres per hectàrea (deixant una densitat final de 100 a 150 peus/ha).

Amb aquesta actuació també es pretén reduir la continuïtat vertical i horitzontal de la massa forestal. La trituració de les restes vegetals es fa *in situ*.

Aquestes actuacions no estan destinades a millorar l'estructura de l'estrat arbori, raó per la qual els creixements verticals i diametral no es veuen necessàriament beneficiats pel tractament. També és important remarcar que, per assegurar que l'actuació assoleixi els objectius en la prevenció d'incendis, es necessita un manteniment cada tres o quatre anys.

Un dels inconvenients més grans d'aquestes neteges són els costos de realització. L'eliminació, a preus de l'any 2006, de l'estrat arbustiu i la reducció de l'estrat arbori d'una hectàrea costen entre 2.600 i 3.900 €/ha, preu al qual caldria sumar el cost del manteniment cada tres o quatre anys (d'uns 790 €/ha).

Es pot concloure, doncs, que les neteges poden ser mesures adequades per a la prevenció d'incendis i per protegir certes infraestructures, com també per facilitar l'accés dels mitjans d'extinció a les zones de major risc d'incendi. No obstant això, com a mesura silvícola per aplicar en grans extensions forestals són inviables.

5.3.2. Les podes

La poda és un tractament silvícola que es fa amb els objectius de millorar la qualitat de la fusta dels arbres de futur i per afavorir la prevenció d'incendis forestals, com a tractament complementari de les estassades del matoll.

Tenint en compte que la principal destinació de la fusta de pi blanc és per a embalatges i paper, en general les podes de qualitat no seran justificades econòmicament i, per tant, rares vegades es fan. Només en boscos de bon creixement, similars als de *Pinus pinaster*, es proposa fer podes primerenques en els millors 200 arbres de la massa.

Es recomana fer aquesta intervenció quan l'alçada dominant és d'uns 6 m, que equival a una edat de setze a vint-i-cinc anys i un diàmetre a 1,30 m de 10 a 12 cm. La poda es farà fins a una alçada de 3 m.

En conclusió, la poda com a tractament per fer de manera intensiva en les masses de pi blanc tampoc no és viable ni justificable econòmicament.

5.4. Tallada final

Respecte a la manera i el moment de realització de la tallada final, l'ONF proposa tallades arreu o per franges als 80-120 anys d'edat, depenent de la qualitat d'estació. El diàmetre mitjà amb escorça dels pins d'aquesta edat serà de 35 a 45 cm.

5.5. Actuacions per a la prevenció i la lluita contra incendis en boscos de pi blanc

El fet que la distribució del pi blanc se situï en una zona altament influenciada pels incendis forestals fa que, actualment, una gran part de les intervencions que s'efectuen dins d'aquestes masses estiguin principalment orientades a la prevenció d'incendis (Resino i Díez, 2001; Páez *et al.*, 1999; Tsitsoni, 1997).

Els treballs de prevenció es divideixen en dos grups: infraestructurals, per afavorir l'extinció i evitar la propagació dels incendis, i culturals, en general, per reduir el combustible.

5.5.1. Actuacions infraestructurals

La creació d'infraestructures depèn del model d'extinció de cada zona i dels tipus de risc que pot provocar un incendi.

La Diputació de Barcelona, per exemple, planifica, desenvolupa i manté amb la col·laboració dels municipis i de les associacions de defensa forestal un programa d'accés a les masses i als punts de subministrament d'aigua, per afavorir el desplaçament i la feina dels bombers. Aquesta xarxa bàsica de prevenció d'incendis forestals té més de 10.000 km.

5.5.2. Actuacions culturals

A més d'actuacions lineals o puntuals en els boscos de pi blanc, també s'han aclarit masses joves amb l'objectiu de reduir les possibilitats d'inici d'incendi o reducció de la velocitat de propagació. Aquestes intervencions, a més de reduir el combustible i la verticalitat de la massa, afavoreixen:

- a) La producció de llavor primerenca que assegura la regeneració en cas d'incendi (Pardos, a Lapesa, 2000).
- b) Un increment del diàmetre que comportarà un augment del gruix de l'escorça, augmentant la resistència al pas de focs de baixa intensitat (Leone, a Lapesa, 2000).

6. Boscos mixtos de pi blanc amb altres espècies

El pi blanc apareix, moltes vegades, barrejat amb altres espècies, com ara el roure i l'alzina, formant grans extensions de masses mixtes.

Com a conseqüència dels incendis que van tenir lloc a la Catalunya central durant les dècades de 1980 i 1990, les zones cremades de les comarques de l'Anoia, el Berguedà i el Bages van patir un important canvi paisatgístic. Per causa del foc, la majoria de les àrees cremades poblades per pinassa (*Pinus nigra*) no van poder regenerar-se, i les soques de roure i d'alzina eclipsades que formaven part de l'estrat arbori secundari van passar a ser les espècies principals de la massa forestal.

Si ens fixem en algunes de les comarques de la Catalunya central (l'Anoia, el Bages i el Berguedà), s'observa que d'un total de 144.773 hectàrees arbrades tenim, segons l'Inventari forestal i ecològic de Catalunya (2000):

- 6.298 ha d'alzina (*Quercus ilex*).
- 8.192 ha de roure (*Quercus humilis* i *Quercus faginea*).
- 44.471 ha de pi blanc (*Pinus halepensis*).
- 4.163 ha catalogades com a bosc mixt.

No obstant això, aquestes quatre espècies rara vegada constitueixen boscos monoespècífics i acostumen a trobar-se barrejades, formant masses mixtes de pi blanc i frondoses.

6.1. Silvicultura i gestió dels boscos mixtos de pi blanc amb frondoses

6.1.1. Silvicultura d'aquestes espècies

A Catalunya, l'alzina i el roure acostumaven a tractar-se com a bosc baix, per a un aprofitament de llenyes, a torns que abans eren de deu a quinze anys i que ara tendeixen a allargar-se. Sempre s'han deixat créixer els peus que prometien un bon tronc i una crescuda excepcional. Abans, la majoria de la llenya d'alzina es destinava a obtenir carbó.

Actualment, els roures i l'alzina només tenen sortida en el mercat de les llenyes. La fusta no té cap altre interès, ja que els seus troncs es desenvolupen poc i són torts.

Tradicionalment, als boscos privats de la Catalunya central de pi blanc i pinassa s'ha fomentat el creixement d'aquestes dues espècies per causa de les perspectives de mercat que ofería la seva fusta. Per a això, les espècies de *Quercus* han estat eliminades durant decennis i eren utilitzades per al carboneig i la llenya.

A causa de la seva gran capacitat rebrotadora, el sotabosc d'aquestes pinedes era format per rebrots de quercínies de baixes qualitats i poc comercialitzables. Aquests rebrots, amb densitats de soques variables segons les estacions i les latituds, han passat a constituir la massa forestal principal a les zones de pinassa cremades en els incendis de la dècada de 1990, i continuen barrejant-se amb el pi blanc a les zones que presenten regeneració d'aquesta espècie.

6.1.2. Gestió dels boscos mixtos

La gestió i la recerca de boscos mixtos no és un tema recent producte del neoecologisme urbà del final del segle xx. Més aviat ha estat un tema de què ha tractat la literatura forestal centreeuropea, si més no, des del final del segle xix (Gayer, 1886), on es descriuen tècniques silvícoles per bosquets o rodals, o l'explotació tradicional de propietats de dimensions molt petites. En aquest tipus de bosc la tradició era, i continua essent, una explotació continuada i selectiva dels arbres més grans, creant un mosaic d'espècies i de classes d'edat a molt petita escala (Ammon, 1937; Balsinger, 1974).

Després del que s'ha exposat anteriorment, convé destacar que a la manca de mercat per a la fusta de les quercínies s'ha sumat, progressivament, una manca de mercat per a la fusta de pi, especialment per a la de pi blanc. Aquesta tendència ha comportat un abandó progressiu de moltes d'aquestes masses mixtes, sobretot de les que s'han regenerat naturalment després dels últims incendis forestals.

6.1.3. Conclusions sobre la gestió de boscos mixtos

La discussió forestal d'avui se centra principalment a establir si el pi blanc és una espècie de transició que prepara el terreny per a una altra espècie d'ombra o si el pi blanc només és producte d'una degradació del terreny, volent excloure sovint factors antropogènics com a formadors del territori. Tant és així que, de fet, no hi ha models silvícoles per al tractament de masses mixtes de pi blanc amb alzina, roure o altres espècies.

Tenint en compte aquestes consideracions, i entenent que un dels nostres objectius és afavorir i mantenir el bosc mixt, podem arribar a les conclusions següents (taula 4):

- a) És important que la regeneració del pi s'instal·li entre la tallada de les alzines i la del pi.
- b) Això vol dir que no cal deixar dempeus arbres pare per a la regeneració per llavor del pi.
- c) Els mesos més adequats per a la germinació de les llavors són els de tardor, la qual cosa vol dir que s'ha d'actuar sobre l'alzina a la primavera anterior o un any abans.

Taula 4. Factors que influeixen en la regeneració natural del pi blanc en boscos mixtos de pi i frondoses (Provença, França) (Hanens, 1998)

Influència negativa	Influència positiva
<ul style="list-style-type: none"> • Densitat inicial de pins inferior a 50 peus/ha • Estació principalment de roure • Exposició fresca • Sòl poc pedregós • Sòl profund 	<ul style="list-style-type: none"> • Densitat inicial de pins superior a 50 peus/ha • Estació principalment d'alzina • Exposició càlida • Sòl pedregós • Sòl poc profund

7. El mercat de la fusta de pi blanc

7.1. Introducció

En el present capítol s'exposen algunes dades recollides en l'informe sobre el mercat de la fusta de pi blanc (Raddi, 2002) i unes estimacions sobre la seva presumpta evolució. Aquestes dades es basen en una enquesta feta a les indústries transformadores més importants d'Espanya de fusta de pi blanc.

A Catalunya, les existències de pi blanc sumen 14 milions de metres cúbics, amb una mitjana de 57 m³/ha i un creixement d'uns 1,8 m³/ha/any. La fusta de pi blanc s'utilitza bàsicament per a embalatges (palets), taulers d'aglomerat i fibres i per fer pasta de paper (fusta de trituració).

7.2. Indústries de primera transformació

A tot Catalunya hi ha unes vint indústries de primera transformació que compren la fusta de pi blanc, la destinació de la qual es reparteix entre trituració i serra. El 80% d'aquesta darrera serveix per a la fabricació de palets (taules 5 i 6).

A la resta d'Espanya, destaca el consum de pi blanc de la Comunitat Valenciana, atesa la gran demanda que hi ha per a la fabricació de palets per al mercat dels cítrics.

Aquestes indústries paguen la fusta en euros per tona i són preus que s'entenen sempre de la fusta posada en indústria.

Respecte al tipus de fusta requerida, les indústries que trituren fusta compren diàmetres superiors als 8 cm en punta. En canvi, les serradores acostumen a demanar diàmetres més grans de 14 cm en punta.

La modalitat de compra de la majoria de les serradores catalanes acostuma a ser la compra per mitjà de rematants. En canvi, les serradores petites contactades fora de Catalunya aposten per una integració vertical del negoci i fan també l'explotació.

Taula 5. Principals empreses consumidores de pi blanc a Catalunya. Producte final d'aquestes empreses, preu i modalitat de compra

Empresa (localització)	Consum anual (t)		Producte	Preu (€/t)	Modalitat de compra	
	Total	Pi blanc			Directa	Rematants
TRADEMA (Solsona)	105.000	17.000	Tauló d'aglomerat	27,05-28,85	25%	75%
MAFOSA (Linars del Vallès)	31.000	12.400	Fusta triturada	21,04		100%
Comercial Centre Compres, S.L. (Tona)	21.000	4.200	Palets	36,06-39,07		100%
Embalajes Monte, S.L. (Sentmenat)	16.000	8.000	Bobines de cables elèctrics	39,07-40,87		100%
Forestal Fontelles (Cardona)	2.500	250	Palets	36,06-39,07		100%
Fustes Barrera, S.L. (Navàs)	4.200	420	Palets	36,06-39,07	90%	10%
Fustes Cunill, S.A. (Gironella)	20.000	4.000	Palets	36,06-39,07		100%
Fustes Martorell (Sta. Coloma de Farners)	30.000	6.000	Palets	36,06-39,07		100%
Aserradora Boix, S.L. (Puig-reig)	200.000	40.000	Palets	36,06-39,07	10%	90%
Aserradora Vila (Banyoles)	11.000	2.200	Palets	36,06-39,07		

Taula 6. Principals empreses consumidores de pi blanc fora de Catalunya. Producte final d'aquestes empreses, preu i modalitat de compra

Empresa	Consum anual (t)		Producte	Preu (€/t)	Modalitat de compra	
	Total	Pi blanc			Directa	Rematants
INTAMASA (Terol)	1.300.000	130.000	Tauló de fibres i d'aglomerats	36,06-39,07	40%	60%
TRADEMA (Valladolid)			Tauló d'aglomerats	39,02		
Tembec Tarascón, S.A. (Tarascó, França)	1.200.000		Pasta de paper kraft	39,07		
Aserradora Forestal Balear (Palma)	No contesta		Palets			
Madera Muñoz (Conca)	20.000		Palets	36,06	100%	
Maderas Regolf (València)	11.250	9.000	Llistons de caixes de fruita	36,06	100%	
Mogente Industrial (València)	33.000	31.350	Llistons de caixes de fruita	51,09		100%
Monroyo Industrial, S.L. (Terol)	3.000	1.200	Pals i puntals	42,00	70%	

7.3. Anàlisi dels volums explotats i preus pagats

A Catalunya, com també a Espanya, el volum de les tallades de pi blanc s'ha reduït d'una manera irregular però constant en els darrers vint-i-cinc anys.

En aquesta comunitat autònoma, a l'última dècada, la mitjana del volum de fusta aprofitada (79.010 m³) s'ha situat quasi 21 punts percentuals per sota de la mitjana dels darrers trenta anys (99.473 m³). A Espanya aquesta disminució ha arribat als 33 punts.

A més, a Catalunya el preu nominal de la fusta de pi blanc posada a indústria resulta bastant estancat: respecte al 1989, el preu nominal d'aquest any ha pujat només 60 cèntims d'euro. En canvi, en termes reals, tenint en compte la inflació, el valor ha sofert una pèrdua constant de quasi el 5% anual (taula 7).

Analitzant les tendències de mercat, no hi ha cap argument per suposar que aquesta tendència a la baixa pugui canviar.

Taula 7. Variacions dels preus reals de la fusta de pi blanc a Catalunya i a Espanya durant els darrers 25 anys

Variació del preu real	Catalunya	Període	Espanya	Període
Fusta en peu	- 5,05%	1988-2000	- 3,23%	1974-1998
Fusta en carregador	- 5,94%	1988-2000	- 2,77%	1974-1998
Fusta posada a la indústria	- 4,76%	1972-2001	Sense dades	

Si comparem el preu de la fusta de pi blanc posada a la indústria amb la d'altres pins (com la pinassa, *Pinus nigra*, i el pi roig, *P. sylvestris*), es veu que al llarg dels darrers vint anys el pi blanc sempre ha quedat per sota de la resta, mentre que el pi roig és el que ha registrat sempre els millors preus (taula 8).

Taula 8. Variacions dels preus reals de la fusta de pi roig, de pinassa i de pi blanc a Catalunya en els darrers 25 anys

Variació del preu real	Període	Pi roig	Pinassa	Pi blanc
Fusta en peu	1988-2000	- 3,17%	- 3,18%	- 5,05%
Fusta en carregador	1988-2000	- 3,66%	- 4,34%	- 5,94%
Fusta posada a la indústria	1972-2001	- 4,16%	- 4,57%	- 4,76%

7.4. Perspectives del mercat

Els sectors de taulers i de pasta de paper presenten, en els darrers anys, unes reduccions de l'1 al 2% del consum i de la producció. A més, també s'observa una disminució dels preus pagats per aquests productes.

Per tant, la situació és molt delicada per a la fusta de conífera i el seu mercat presenta fluctuacions importants. L'extrema volatilitat del sector fa pensar que una millora a curt termini del mercat de la fusta de pi blanc és poc probable.

8. Models de creixement i qualitat d'estació

8.1. Models de creixement i de gestió del pi blanc

A l'última dècada s'han publicat diversos treballs de recerca que defineixen els models de creixement i de gestió dels boscos adults de pi blanc.

Els estudis més recents fan una classificació dels boscos de pi blanc a partir de l'alçada dominant del bosc a una determinada edat (en general als setanta o vuitanta anys).

D'aquesta manera, els boscos es classifiquen per qualitat i es defineixen els creixements de l'espècie per a cada estació diferenciada (Vennetier, 1999; Brochiero, 1999; Montero *et al.*, 2001).

A continuació es detallen cadascun dels cinc models principals analitzats.

Model 1. Estudis del CRPF i CEMAGRAF (Provença, França)

Aquest model defineix cinc classes de fertilitat o qualitat (taula 9) segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als setanta anys (H70).

Taula 9. Classes de fertilitat diferenciades a Provença segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als 70 anys (CRPF i CEMAGRAF)

Alçada dominant als 70 anys (m)	Creixement (m ³ /ha/any)	Classe de fertilitat
23,4	5 - 7	I
20,1	3 - 5	II
16,7	2 - 3	III
13,4	1 - 2	IV
6,7- 10,6	< 1	V

Aquest model tan sols classifica els boscos d'acord amb la qualitat, però no proposa cap model de gestió, i defineix els principals factors ambientals que influeixen en el creixement del pi blanc.

D'aquests factors ambientals, els relacionats amb la profunditat del sòl i la seva capacitat d'absorció en èpoques de sequera són els més importants. De fet, la pluviometria anual no es considera un factor clau. L'orientació no ha estat considerada com a variable important a Provença ja que les precipitacions hi són suficients (> 800-1.000 mm), per la qual cosa les estacions més càlides són també favorables per al creixement dels pins.

Model 2. Estudis de l'ONF (Provença, França, 1993)

L'objectiu principal d'aquest model és l'explotació dels boscos de pi blanc tenint en compte quatre aspectes bàsics:

- 1) la reducció dels costos d'explotació,
- 2) la protecció del sòl,
- 3) les mesures de prevenció d'incendis forestals, i
- 4) la millora de l'estructura de les masses forestals.

El model defineix *tres classes de fertilitat* segons l'alçada dominant als cinquanta anys (taula 10).

Taula 10. Classes de fertilitat diferenciades a Provença segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als 50 anys (ONF, 1993)

Classificació de la fertilitat	Alçada dominant als 50 anys (m)	Productivitat (m ³ /ha/any)
I: Bona	16 m	6
II: Mitjana	12 m	3
III: Feble	8 m	1

Cadascuna de les classes de fertilitat va associada amb una taula de producció corresponent al model de creixement i de gestió.

S'observa que en el model per al pi blanc a Provença es preveuen densitats de regeneració molt altes (15.000 peus/ha), la qual cosa coincideix amb la situació actual de gran part de les pinedes en regeneració després dels incendis a les comarques del Berguedà, el Bages i l'Anoia.

També és interessant constatar que en aquest model es proposa una pràctica d'aclarides de plançonedes fortes en edat primerenca (als vuit-quinze anys depenent de la classe de fertilitat). En la pràctica, això correspon a una aclarida de plançonedes dels pins quan arriben a una alçada pròxima als 3 metres, deixant una densitat de 1.000-1.500 peus/ha.

Model 3. Estudis de Belghazi i Ezzahiri (el Marroc, 2000)

Al Marroc s'han efectuat estudis similars al model 1 exposat anteriorment, amb resultats de creixement en alçada i en volum inferiors (taula 11).

Taula 11. Classes de fertilitat diferenciades al Marroc segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als 60 anys (Belghazi, Ezzahiri, 2000)

Alçada dominant als 60 anys (m)	Creixement (m ³ /ha/any)	Classe de fertilitat
16,9	1,4	I
13,9	0,9	II
12,3	0,7	III

Al Marroc, on el dèficit hídric té un paper important, els principals factors que influeixen en el creixement del pi són l'altitud (m), l'exposició del bosc i la naturalesa de la roca mare.

És a dir, al contrari que a Provença (model 1), on la pluviometria és suficient (fins als 900 mm 545 anuals) i les millors qualitats es troben en pendents més suaus, fins i tot en solanes, al Marroc l'exposició sud influeix negativament en el creixement del pi blanc. Aquesta constatació també és vàlida, segons les nostres observacions, per als boscos de pi blanc de Catalunya.

Model 4. Estudis de Madrigal (Espanya, 1996)

Per causa de la manca que hi ha hagut durant anys de taules de producció i de models de creixements d'aquesta espècie a Espanya, Madrigal (1996) ens recomana la utilització de les taules de producció d'Algèria com a models orientatius que convé tenir presents (taula 12).

Taula 12. Classes de fertilitat diferenciades a Algèria segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als 100 anys (Madrigal, 1996 a partir de les taules de Franz, F. i Forster, H., 1979)

Alçada dominant als 100 anys	Creixement (m ³ /ha/any)	Classe de fertilitat
20	3,0	I
17	2,4	II
14	1,7	III
11	1,1	IV
8	0,6	V

Aquestes taules s'han considerat orientatives mentre no hi havia taules de producció per als boscos de pi blanc d'Espanya.

Model 5. Estudis de Montero (Espanya, 2001)

Recentment (2001) s'han publicat les taules de producció de pi blanc per a Espanya (Montero, G., Cañellas, I. i Ruiz-Peinado, R., 2001). Aquestes taules de producció recullen dades d'Aragó, València, Múrcia i Albacete, però igualment poden ser de gran utilitat per determinar la qualitat dels boscos de pi blanc de Catalunya.

Els tipus de qualitat s'han definit per l'alçada dominant dels arbres als vuitanta anys d'edat, diferenciant-se quatre qualitats d'estació (taula 13).

Taula 13. Classes de fertilitat diferenciades a Espanya segons l'alçada dominant dels arbres de pi blanc als 80 anys i densitats (peus/ha) recomanades (Montero, Cañellas, Ruiz-Peinado, 2001)

Alçada dominant als 80 anys (m)	Densitat recomanada als 20 anys (peus/ha)	Densitat recomanada als 80 anys (peus/ha)	Im (100 anys)
Qualitat I: 20	1.045	246	3,2
Qualitat II: 17	1.246	408	2,6
Qualitat III: 14	1.586	684	2,1
Qualitat IV: 11	2.103	862	1,3

Im (100 anys): Increment mitjà de la massa en volum als cent anys (m³/ha/any)

Els principals factors que determinen la qualitat d'estació són l'orientació del bosc i la profunditat i la capacitat d'absorció del sòl. Cal remarcar que aquests models de règim d'aclarides estan basats en masses de repoblació, mentre que la major part dels boscos de pi blanc de Catalunya són tant naturals com producte de la regeneració després dels incendis forestals.

En aquests boscos, el fet que siguin masses naturals irregulars i hi hagi una important manca de dades experimentals sobre diferents tipus i intensitats d'aclarides dificulta la presa de decisions sobre les actuacions silvícoles que cal fer.

9. Anàlisi d'alternatives i aspectes considerats en la concepció del model

9.1. Abandó dels boscos de pi blanc

Tal com s'ha comentat en altres apartats d'aquest estudi, els boscos mediterranis tenen, avui, escassa o nul·la rendibilitat a mitjà i llarg termini, a causa, entre d'altres coses, de l'atonía del mercat, dels costos d'explotació i transport i de la baixa qualitat de la seva fusta. Si a aquest fet afegim que quasi la totalitat de la superfície forestal cremada pels grans incendis de les dècades de 1980 i 1990 és de propietat privada (a Catalunya el 85% de la superfície forestal és privada), i que difícilment un propietari fa inversions en un bosc sense rendibilitat econòmica, es comprèn que moltes àrees forestals mediterrànies manquin de gestió i que, de fet, depenguin només de si mateixes.

La inexistència d'una gestió forestal d'aquests boscos no és per si mateixa perniciosa o abominable, però en zones densament poblades i amb un territori molt artificialitzat pot implicar importants inconvenients biològics i socioeconòmics, entre els quals destaquen els següents:

1. L'increment del risc d'inici i propagació dels incendis, tant per la important acumulació de combustible en superfície, la seva continuïtat horitzontal i vertical i l'estrès hídric provocat per la competència entre les plantes per accedir a un recurs escàs, sobretot a l'estiu, com per les dificultats d'extinció que plantegen aquestes estructures forestals sense gestió.
2. L'estancament del creixement radial i vertical dels pins per causa de l'excessiva densitat dels estrats arbori i arbustiu.
3. La reducció i l'endarreriment en la producció de llavor fèrtil a zones de regeneració. Aquest fet comporta, en cas d'un nou incendi, la impossibilitat de regeneració natural a curt i mitjà termini.

A molts llocs, la recurrència dels incendis forestals ha afectat molt negativament la regeneració natural, ja que els arbres s'han cremat abans d'arribar a l'edat de fructificació.

4. L'increment del cost de tractaments i aprofitaments futurs (hipotètics o previstos), ja que l'absència d'actuacions silvícoles encareix, que és pràcticament el mateix que dir impedeix, la racionalització i la mecanització de qualsevol actuació posterior.

9.2. Actuar o no actuar

L'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona i l'Agència Local de Desenvolupament Forestal¹ van crear al final del 2001 un grup de treball² sobre el pi blanc a fi d'aportar informació a les associacions de propietaris forestals³ que discutien plans marc de millora i avaluació forestal dels seus territoris respectius per decidir si actuaven o no en les seves masses d'aquesta espècie, adultes o en regeneració.

Aquest grup de treball va analitzar la situació actual d'aquestes pinedes a la Catalunya central i es van discutir diferents arguments sobre la conveniència o no d'actuar, fonamentalment els recollits en els apartats anteriors. Aquesta discussió s'ha desenvolupat també en les associacions de propietaris, amb la participació de tècnics del grup de treball.

La primera conclusió unànime a la qual van arribar en aquest debat els propietaris, les administracions i els tècnics va ser que, actualment, per reduir els riscos de degradació o desaparició de molts boscos de pi blanc és millor ACTUAR sobre les masses que no fer res. És a dir, paga la pena gestionar els boscos de pi blanc, fer quelcom més que la simple recol·lecció i quelcom més que les inversions en infraestructures de prevenció d'incendis, vigilància i extinció. Ajudar a transformar les estructures actuals dels boscos de pi blanc pot ser un pas més per afrontar les pressions creixents de la nostra societat, molt més activa i mòbil i molt menys rural que fa cinquanta anys.

La segona conclusió, també acceptada per tothom, va ser que en aquests boscos no hi pot haver gestió sense finançament públic.

Aquestes dues conclusions han marcat la línia de treball i tots els acords del grup. El programa que s'ha desenvolupat a partir d'aquest moment conté tres propostes:

- Transformar aquestes conclusions en uns objectius tècnics i socioeconòmics concrets.

1. L'Agència Local de Desenvolupament Forestal és una entitat de dret públic de caràcter local i de naturalesa associativa, creada després dels incendis forestals de 1998, que integra ajuntaments, associacions de propietaris i la Diputació de Barcelona.

2. Han participat en el grup de treball els tècnics següents: Carles Castell, Joan Ignasi Castelló, Sònia Llobet, Albert Mamarbachi, David Marcè, Antoni Maza, Pablo Navascués, Jordi Riera, Raül Sarri, Lluís Serra i Amadeu Vidal.

3. Associacions de propietaris: Amics del Bosc, Berguedà Verd, Boscos del Bages Nord, Rebrot i Serra de Rubió.

- Redefinir diversos models silvícoles estàndard, d'acord amb aquests objectius, per aplicar-los als boscos adults o en regeneració de pi blanc dels membres de les associacions de propietaris de la zona.
- Establir i valorar econòmicament la manera com s'aplicaran aquests models.

9.3. Objectius tècnics i socioeconòmics

Les conclusions que hem comentat es van concretar en dos objectius: l'un de caràcter tècnic i l'altre de caràcter socioeconòmic. A partir d'ells es van generar les propostes de tractaments silvícoles.

9.3.1. Objectiu tècnic

Es va considerar que, tècnicament, la finalitat de qualsevol actuació en aquests boscos de pi blanc havia de ser:

Millorar l'estabilitat de la massa forestal com més aviat millor, i mantenir-la.

En aquest treball, definim l'estabilitat com la capacitat de la massa forestal per:

- Autodefensar-se davant dels incendis forestals i d'altres pertorbacions.
- Recuperar-se després d'una pertorbació.

L'aplicació d'aquest objectiu als boscos de pi blanc de la Catalunya central va ser discutida pel grup de treball, que va considerar que només podia assolir-se prenent les decisions següents:

- Mantenir l'estructura regular dels boscos en regeneració.
- Crear estructures regulars en els boscos no cremats.
- Reduir l'excés de densitat.
- Mantenir el caràcter mixt en totes aquelles localitzacions en què aquest tipus de bosc estigui consolidat.
- Afavorir els roures i les alzines en aquells boscos mixtos en què el seu desenvolupament supera àmpliament el dels pins.

L'avantatge d'aquestes decisions és que aporten una resposta o una solució als problemes descrits en l'apartat 9.1. Els inconvenients, que existeixen i s'han tingut en compte, es comenten a continuació.

Inconvenients associats a aquesta presa de decisions:

1. La reducció de la densitat (peus/ha), que, en alguns casos, passa de més de 6.000 peus per hectàrea a 1.000-1.500 arbres, pot provocar, durant un període de transició, una certa indefensió de la massa davant de determinats fenòmens atmosfèrics com ara vents, nevades o arribada de radiació.

A la Catalunya central, l'absència de grans vents i de nevades a les cotes en què es troba el pi blanc minimitza aquest problema. A les zones en regeneració, l'alçada de la massa al moment del tractament (inferior a 2 m) contribueix a disminuir aquests possibles inconvenients. En les actuacions en masses adultes, sempre que hi hagi un perill real d'exposició a vents superiors a 50 km/h caldrà estudiar aquesta circumstància i adaptar la densitat d'acord amb el risc.

Amb la reducció de la densitat el control de la radiació disminueix: les condicions de temperatura i d'humitat a l'interior de la massa empitjoren i no es recuperen fins almenys tres o cinc anys després. En les discussions fetes sobre aquests efectes de la radiació durant els anys posteriors als treballs silvícoles s'ha considerat que, a mitjà termini, els avantatges són superiors als inconvenients.

2. L'acumulació en superfície de restes de tallada no triturades, ja que quan sigui possible el seu aprofitament econòmic es deixarà *in situ* els arbres trossejats, pot afavorir el risc de determinades plagues.

A la zona estudiada no s'ha donat mai aquesta circumstància, per la qual cosa no es considera un límit als tractaments.

3. La suma de la reducció de la densitat i de l'acumulació de vegetació tallada a terra té, respecte als incendis forestals, dues conseqüències immediates: d'una banda, amb la mateixa velocitat del vent, una propagació més ràpida a la zona menys densa, i, d'altra banda, mentre no es mineralitzi la vegetació tallada que resulta dels tractaments (de dos a cinc anys), un augment de combustible sec.

No obstant això, a curt termini (dos a cinc anys) aquesta suma d'accions afavoreix l'autodefensa de la massa, en reduir l'estrès hídric dels vegetals durant les èpoques de sequera (reducció de la competència) i disminuir, un cop mineralitzada la vegetació tallada, la càrrega de combustible.

S'ha considerat en les discussions fetes al voltant d'això que els efectes positius de les actuacions són preferibles als efectes negatius.

4. En algunes circumstàncies les decisions que hem exposat poden afavorir l'erosió del sòl. Si es produeix aquesta situació els projectes de tractament han d'adaptar-se a aquesta problemàtica.
5. L'impacte paisatgístic pot ser important a certes àrees, sobretot en actuacions perpendiculars al pendent en vessants pronunciats, durant els dos anys posteriors als tractaments. Anàlogament, si els treballs es fan sense conèixer-ne els efectes sobre la fauna, poden generar-se impactes negatius. En ambdós casos, l'aplicació dels tractaments ha de fer-se a partir de l'estudi del paisatge i de la fauna.

En tot cas, l'acceptació social d'aquests tractaments, nous en alguns aspectes, exigeix, evidentment, un debat obert i democràtic.

9.3.2. Objectiu socioeconòmic

En la silvicultura clàssica del bosc regular, el nombre d'arbres es va reduint al llarg del torn fins a deixar-ne els necessaris perquè les tallades finals compleixin al màxim els objectius tècnics o econòmics proposats.

En aquesta silvicultura, que podríem qualificar de silvicultura «de l'abundància», aplicada sobretot als boscos públics al llarg dels últims decennis, el balanç final entre els costos de reducció de l'arbrat i els beneficis obtinguts, siguin del tipus que siguin, ha de ser sempre positiu.

En els boscos mediterranis de pi blanc de propietat privada, hem de parlar de silvicultura «de l'escassetat». En aquests boscos el «balanç clàssic positiu» es converteix en un balanç permanentment negatiu. En casos com el descrit, l'única silvicultura possible s'ha de fer amb diners públics.

D'acord amb aquesta anàlisi i amb les conclusions comentades, i coneixent els pressupostos públics destinats a la gestió forestal dels boscos privats durant els últims trenta anys, el grup de treball ha considerat que les actuacions silvícoles han de complir l'objectiu següent:

«Actuar en el torn una sola vegada i al moment que sigui més econòmic, sempre que el bosc pugui suportar el tractament i el balanç final de costos i beneficis no admeti una altra intensitat.»

10. Descripció del model proposat

10.1. Propostes silvícoles per als boscos de pi blanc de Catalunya

10.1.1. Objectius i mètodes silvícoles

Definits els objectius tècnics i socioeconòmics, el grup de treball va fer una adaptació de caràcter extensiu dels mètodes silvícoles clàssics aplicables a boscos regulars.

En el cas de les *masses monoespecífiques de pi blanc*, es va considerar que el mètode clàssic d'aclarides de plançonada successives podia adaptar-se, introduint-hi diverses modificacions, als boscos particulars de pi blanc de la Catalunya central.

Aquestes modificacions genèriques són:

- Reduir el nombre d'aclarides/aclarides de plançonada.
- Augmentar el volum o el nombre d'arbres associats en cada aclarida.
- Prolongar el període entre aclarides.
- Fer solament una tallada final.

Per a les masses mixtes de pi blanc i roure i alzina es va considerar que s'havia de mantenir aquest caràcter en totes les masses, sempre que la vitalitat i l'estat sanitari del pi ho justificués. La idea de bosc mixt del grup de treball pot simplificar-se amb la imatge següent: bosc baix uniforme de frondoses + bosc regular de pi blanc.

Per a les masses mixtes en què el pi té un caràcter testimonial es va estimar que el més estable era la seva transformació en alzinar o roureda.

Aquestes propostes es van establir d'acord amb les diferents qualitats de les pinedes de pi blanc en aquesta zona.

Aquestes classes de qualitat (taula 14) es van deduir de les taules de producció per a les zones mediterrànies de la península Ibèrica de Montero *et al.* (apartat 8.1, model 5), en comprovar en diferents parcel·les experimentals la seva adaptació a la realitat de la Catalunya central.

Taula 14. Qualitats de pi blanc utilitzades en aquest treball (adaptades a partir de Montero *et al.*, 2001)

Qualitat	Alçada dominant als 50 anys (m)	Alçada dominant als 80 anys (m)	Possibles localitzacions a la Catalunya central
I (millor qualitat)	13,5	17	En obagues de l'Anoia, el Bages i el Berguedà
II (qualitat mitjana)	11	14	En obagues de l'Anoia En solanes del Bages i del Berguedà
III (pitjor qualitat)	9	11	En solanes de l'Anoia i el Bages

10.1.2. Seminari sobre silvicultura del pi blanc

El dia 27 de novembre de 2002 es va celebrar a Cerdanyola (Barcelona) un seminari⁴ sobre el pi blanc, que va tenir com a objectiu principal la discussió de les propostes silvícoles que hem anunciat anteriorment i que es reproduïxen en l'annex adjunt (document descripció model apartat 10).

4. Van participar com a experts en el seminari: Gregorio Montero (INIA), Carlos Dopazo (Departament de Silvicultura, UPV), Fernando Lapesa (Diputació General d'Aragó) i Pablo Navascués, Sònia Llobet, Jordi Riera (grup de treball sobre el pi blanc de la Diputació General de Barcelona).

El seminari es va dividir en dues parts. En la primera es van debatre cinc tractaments per a masses en regeneració de la Catalunya central, i en la segona es van analitzar tres tractaments de masses adultes.

A partir d'aquesta discussió el grup de treball ha definit un conjunt de tractaments estàndard per als tipus de bosc següents:

Massa monoespecífica de pi blanc de qualitat III

Massa monoespecífica de pi blanc de qualitat II

Massa monoespecífica de pi blanc de qualitat I amb aprofitament de fusta per a serra

Massa monoespecífica de pi blanc de qualitat I amb aprofitament de fusta per a trituració

Massa mixta de pi blanc de qualitat II i roure o alzina

10.2. Descripció dels tractaments estàndard

A continuació es descriuen amb detall els mètodes estàndard. Es comença amb la qualitat II per ser la més freqüent. Aquestes descripcions han de servir de guia per a les discussions sobre silvicultura de pi blanc en les associacions de propietaris que van participar en el Programa de desenvolupament forestal amb el suport de la Diputació de Barcelona, i per a la presa de decisions tant en planificació com en gestió dels enginyers d'aquestes associacions.

Aquests mètodes tenen caràcter estàndard i, per tant, han d'adaptar-se a les peculiaritats de cada zona. Els enginyers que els apliquin han de tenir en compte aquesta recomanació.

El mètode aplicable a cada classe de bosc es presenta en una fitxa en la qual es recullen els criteris generals de l'actuació i el règim de tallades, en el qual se n'especifica el tipus, l'època, la densitat inicial i final després de l'actuació, etc. (vegeu document adjunt).

Per definir l'edat de tallada s'ha tingut en compte l'*alçada dominant de la massa forestal*, paràmetre que està directament relacionat amb la qualitat d'estació.

Per determinar la intensitat de les aclarides de plançonada o de les aclarides que cal fer, s'ha analitzat la *densitat actual* dels boscos (peus/ha) i la *densitat recomanada* per les taules de producció.

Els tractaments estàndard per a cada tipus de bosc o qualitat, es detallen tal com s'ha exposat, encara que al cap d'uns anys, després de replantejar els models i haver realitzat diverses proves pilot, es proposa aplicar el règim de tala descrit per la qualitat I amb aprofitament de fusta per serra, a qualsevol bosc de qualitat I i II, deixant de 300 a 500 peus/hectàrea després de la segona tala i de 80 a 120 peus/ha després de la tercera i última tala, en funció de cada tipus de bosc i objectius. Per la qualitat III es proposa continuar amb el model ja descrit en el seminari celebrat el 2002.

10.2.1. Model estàndard per a qualitat II

Característiques de la qualitat i criteris generals	
Característiques qualitat II	Alçada dominant als 50 anys = 11 m Alçada dominant als 80 anys = 14 m
Estructura proposada	Bosc alt regular
Tractament	Aclarida de plançoneda única
Torn amb aprofitament fuster (trituració)	40-45 anys (diàmetre normal mínim de tallada = 15 cm)
Torn sense aprofitament fuster	Vegeu qualitat III
Període de regeneració	8-12 anys

Règim de tallades					
Número de tallada	Tipus de tallada	Edat de la tallada	Densitat inicial	Reducció de la massa	Notes
Primera	Aclarida de plançoneda	8-12 anys	> 2.000 peus/ha	Fins a deixar 1.000 o 1.500 peus/ha	<ul style="list-style-type: none"> La intervenció no s'ha de fer abans que l'alçada mitjana del regenerat arribi a 1,5 m.
Segona	Final	40-45 anys	1.000 a 1.500 peus/ha	Deixar de 40 a 50 arbres pare/ha	<ul style="list-style-type: none"> Superfície màxima de tallada = 10 ha. Els arbres pare es deixen fins a l'aclarida de plançoneda següent. A zones on l'estrat arbustiu impedeixi la regeneració pot ser necessari un tractament mecanitzat de trituració de l'estrat. En alguns casos es pot considerar una crema controlada de les restes de la tallada final.

10.2.2. Model estàndard per a qualitat III

Característiques de la qualitat i criteris generals	
Característiques qualitat III	Alçada dominant als 50 anys = 9 m Alçada dominant als 80 anys = 11 m
Estructura proposada	Bosc alt regular
Tractament	Aclarida de plançoneda única
Torn	No hi ha aprofitament fuster. Si cal, es fan tallades de regeneració a partir dels 150 anys

Règim de tallades					
Número de tallada	Tipus de tallada	Edat de la tallada	Densitat inicial	Reducció de la massa	Notes
Primera	Aclarida de plançoneda	10-15 anys	> 2.000 peus/ha	Fins a 800 peus/ha	<ul style="list-style-type: none"> La intervenció no s'ha de fer abans que l'alçada mitjana del regenerat arribi a 1,5 m
Segona	Tallada de regeneració si cal	150 anys	800 peus/ha	Deixar de 40 a 50 arbres pare/ha	<ul style="list-style-type: none"> Superfície màxima de tallada = 10 ha. A zones on l'estrat arbustiu impedeixi la regeneració pot ser necessari un tractament mecanitzat de trituració de l'estrat. En alguns casos es pot considerar una crema controlada de les restes de la tallada final

10.2.3. Model estàndard per a qualitat I amb aprofitament de fusta per a serra

Característiques de la qualitat i criteris generals	
Característiques qualitat I	Alçada dominant als 50 anys = 13,5 m Alçada dominant als 80 anys = 17 m
Estructura proposada	Bosc alt regular
Tractament	Aclarides de plançoneda successives
Torn amb aprofitament de fusta per a serra	60-70 anys
Període de regeneració	8-10 anys

Règim de tallades					
Número de tallada	Tipus de tallada	Edat de la tallada	Densitat inicial	Reducció de la massa	Notes
Primera	Aclarida de plançoneda	8-10 anys	> 2.000 peus/ha	Fins a deixar 1.000 o 1.500 peus/ha	<ul style="list-style-type: none"> La intervenció no s'ha de fer abans que l'alçada mitjana del regenerat arribi a 1,5 m
Segona	Aclarida comercial	35-40 anys	1.000 a 1.500 peus/ha	Deixar de 400 a 500 arbres/ha	<ul style="list-style-type: none"> Alçada mitjana de la massa = 10 m. S'obté fusta per a trituració. Diàmetre normal aproximat = 12 cm
Tercera	Tallada final	60-70 anys	400 a 500 peus/ha	Deixar de 40 a 50 arbres pare/ha	<ul style="list-style-type: none"> Superfície màxima de tallada = 10 ha. A zones on l'estrat arbustiu impedeixi la regeneració pot ser necessari un tractament mecanitzat de trituració de l'estrat En alguns casos es pot considerar una crema controlada de les restes de la tallada final

10.2.4. Model estàndard per a qualitat I amb aprofitament de fusta per a trituració

Característiques de la qualitat i criteris generals	
Característiques qualitat I	Alçada dominant als 50 anys = 13,5 m Alçada dominant als 80 anys = 17 m
Estructura proposada	Bosc alt regular
Tractament	Aclarides de plançoneda successives
Torn amb aprofitament de fusta per a trituració	35-40 anys
Període de regeneració	8-10 anys

Règim de tallades					Notes
Número de tallada	Tipus de tallada	Edat de la tallada	Densitat inicial	Reducció de la massa	
Primera	Aclarida de plançoneda	8-10 anys	> 2.000 peus/ha	Fins a deixar 1.000 o 1.200 peus/ha	<ul style="list-style-type: none"> La intervenció no s'ha de fer abans que l'alçada mitjana del regenerat arribi a 1,5 m
Segona	Tallada final	35-40 anys	1.000 a 1.200 peus/ha	Deixar de 40 a 50 arbres pare/ha	<ul style="list-style-type: none"> Superfície màxima de tallada = 10 ha A zones on l'estrat arbuisti impedeixi la regeneració pot ser necessari un tractament mecanitzat de trituració de l'estrat En alguns casos es pot considerar una crema controlada de les restes de la tallada final

10.2.5. Model estàndard per a bosc mixt de pi blanc i alzina o roure

	Pi blanc	Alzina o roure
Qualitat	II	-
Estructura proposada	Bosc alt regular	Bosc baix regular
Aprofitament	Fusta de trituració	Llenyes
Tractament	Aclarida de plançonada única	Selecció de rebrots
Torn	40-45 anys	20-25 anys

Règim de tallades		ROURE I ALZINA					
		PI BLANC					
Número i tipus de tallada	Edat	Densitat inicial	Densitat final	Número i tipus de tallada	Edat	Densitat inicial	Densitat final
Primera aclarida de plançonada	8-12 anys	> 2.000 peus/ha	1.000-1.500 peus/ha	Primera selecció de rebrots	4-8 anys	Diversos brots per soca	1 brot per soca
Segona final deixant arbres pare	40-45 anys	1.000-1.500 peus/ha	40-50 peus/ha	Segona final arreu deixant arbres pare	20-25 anys	-	100 rebrots per a llavor/ha

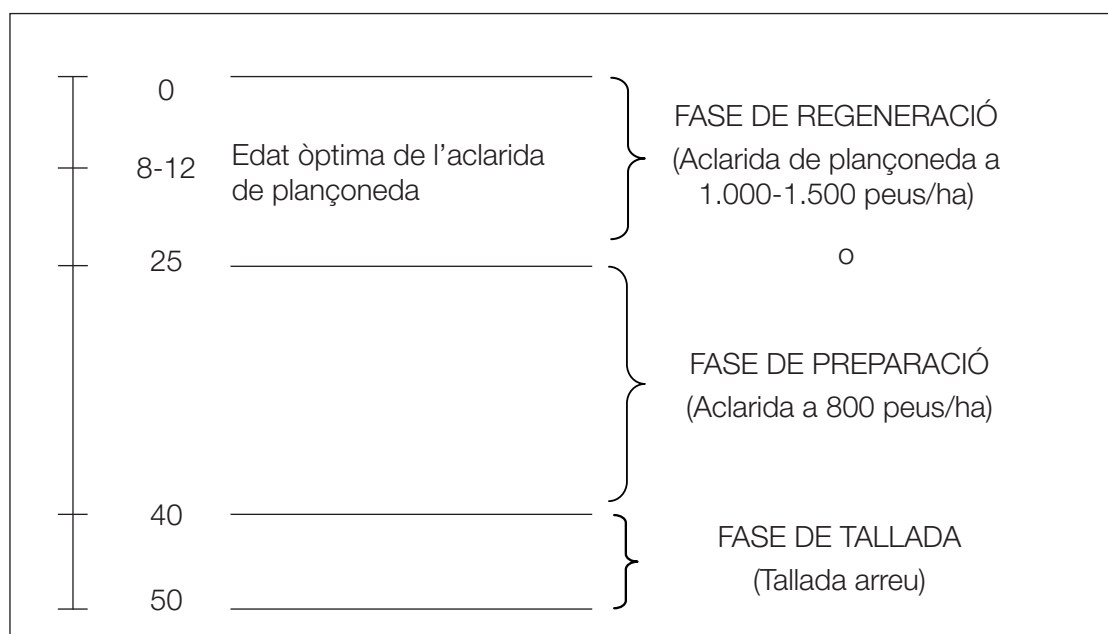
Nota: Aquest esquema pot aplicar-se a la qualitat I. En aquest cas, el règim de tallades pot adaptar-se a allò que s'ha exposat als punts 10.2.3 i 10.2.4.

11. Itineraris silvícoles

11.1. Itinerari silvícola per a la qualitat II

Per adaptar aquest model silvícola cal tenir en compte l'edat actual dels boscos de pi blanc:

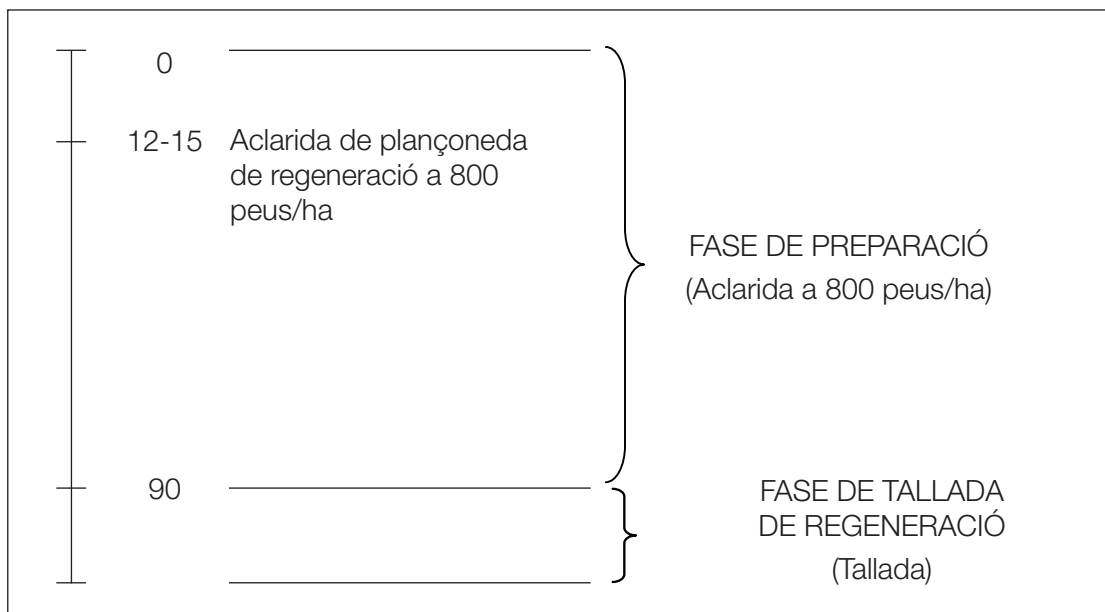
- Si la massa té entre vuit i vint-i-cinc anys: es durà a terme una aclarida de plançoneda de regeneració. L'edat òptima per fer-la és entre els vuit i dotze anys. En aquest cas no cal fer una aclarida de preparació. La pròxima intervenció serà la tallada final entre els quaranta i cinquanta anys.
- Si la massa té entre vint-i-cinc i quaranta anys: la primera intervenció serà l'aclarida de preparació, i després es passarà a la tallada final als quaranta-cinquanta anys.
- Si la massa té més de quaranta anys: es procedirà directament a la tallada final.



11.2. Itinerari silvícola per a la qualitat III

Per adaptar aquest model silvícola cal tenir en compte l'edat actual dels boscos de pi blanc:

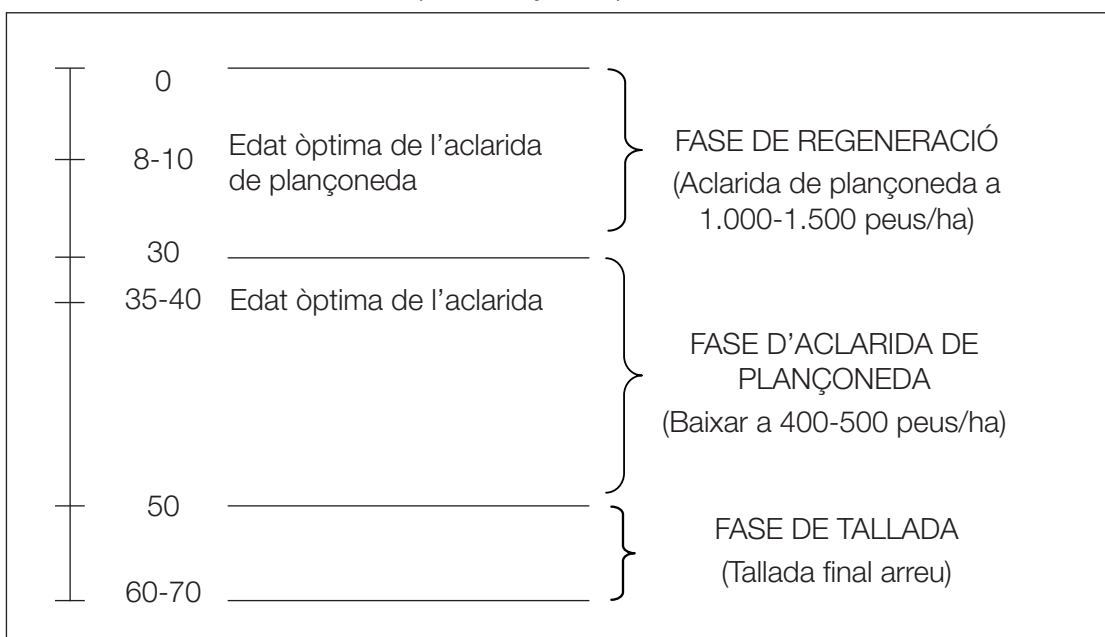
- Si la massa té entre vuit i noranta anys: es durà a terme una aclarida de preparació. L'edat òptima per fer-la és entre els dotze i quinze anys.
- Si la massa té més de noranta anys: es procedirà directament a la tallada de regeneració.



11.3. Itinerari silvícola per a la qualitat I amb aprofitament de fusta per a serra

Per adaptar aquest model silvícola cal tenir en compte l'edat actual dels boscos de pi blanc:

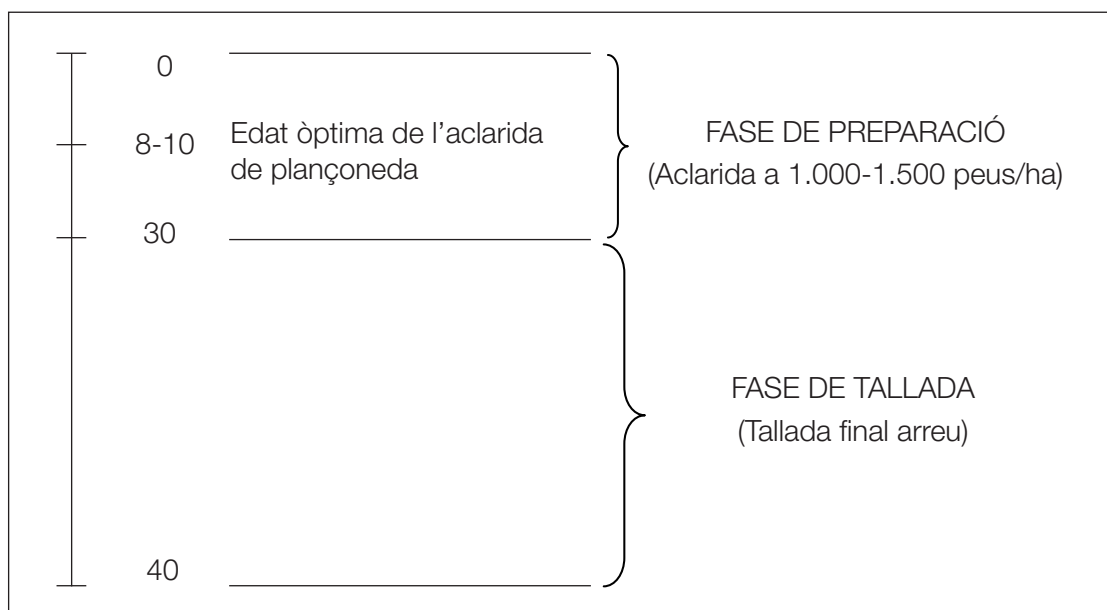
- Si la massa té entre vuit i trenta anys: es durà a terme una aclarida de plançoneda de regeneració. L'edat òptima per fer-la és entre els vuit i deu anys. Després es procedirà a la realització d'una aclarida.
- Si la massa té entre trenta i cinquanta anys: es durà a terme una aclarida. L'edat òptima per fer-la és entre els trenta-cinc i quaranta anys. Posteriorment es durà a terme la tallada final.
- Si la massa té més de cinquanta anys: es procedirà directament a la tallada final.



11.4. Itinerari silvícola per a la qualitat I amb aprofitament de fusta per a trituració

Per adaptar aquest model silvícola cal tenir en compte l'edat actual dels boscos de pi blanc:

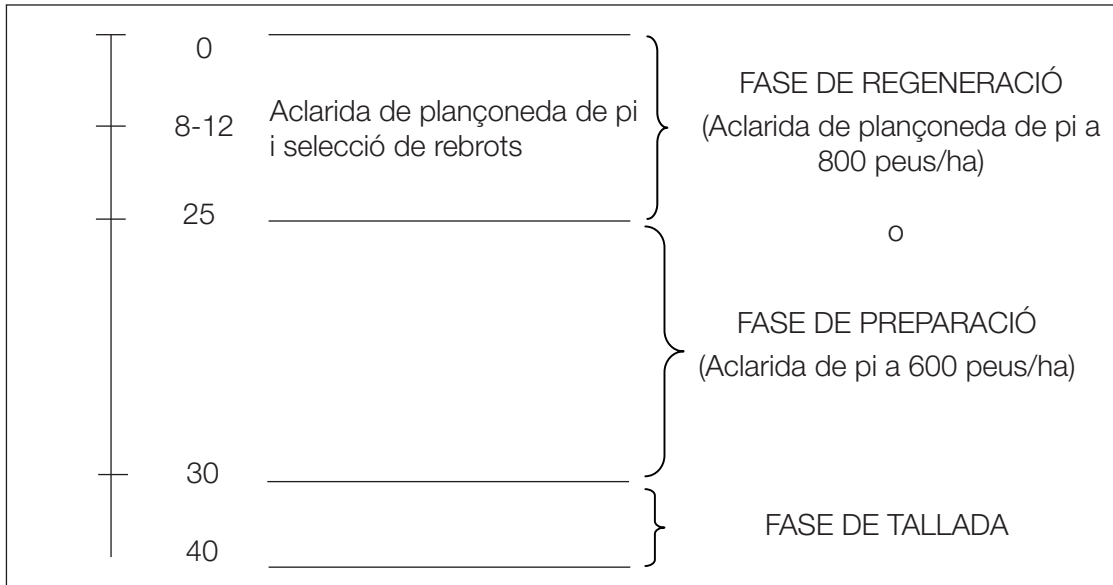
- Si la massa té entre vuit i trenta anys: es durà a terme una aclarida de plançoneda de preparació. L'edat òptima per fer-la és entre els vuit i deu anys. Quan la massa tingui entre trenta i quaranta anys es durà a terme la tallada final.
- Si la massa té més de trenta anys: es procedirà directament a la tallada final.



11.5. Itinerari silvícola per al bosc mixt de pi blanc, roure i/o alzina

Per adaptar aquest model silvícola cal tenir en compte l'edat actual dels boscos mixtos de pi blanc, roure i/o alzina:

- Si la massa té entre vuit i vint-i-cinc anys: es durà a terme una aclarida de plançoneda de regeneració del pi i una selecció de rebrots dels roures i les alzines. L'edat òptima per dur a terme aquestes actuacions és entre vuit i dotze anys. L'actuació següent serà la tallada final de les tres espècies.
- Si la massa té entre vint-i-cinc i trenta anys: es durà a terme una aclarida del pi blanc. Posteriorment es durà a terme la tallada final.
- Si la massa té més de quaranta anys: es procedirà directament a la tallada final.



12. Bibliografia

ABBAS, H.; BARBERO, M.; LOISEL, R. (1984). «Réflexions sur le dynamisme actuel de la régénération naturelle du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire (de 1973 à 1979)». *Ecologia Mediterránea*, t. X (fascicle 3-4).

BARBERO, M. *et al.* (1987). «Incidence of exogenous factors on the regeneration of *Pinus halepensis* after fires». *Ecologia Mediterránea*, t. XIII, pàg. 51-56.

BARDAJÍ MIR, M. (1996). «Efectos a corto plazo de la quema controlada sobre la vegetación, en una formación de *Pinus halepensis* (mill) de la región mediterránea francesa». Projecte final de carrera. Universitat de Lleida (ETSEAL).

BELGHAZI, B. *et al.* (2000). «La productivité des peuplements naturels de pin d'Alep dans la forêt de Tamga (Haut Atlas marocain)». *Forêt Méditerranéenne*, t. XXI, núm. 4.

BROCHIERO, F. *et al.* (1999). «Autoécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire». *Forêt Méditerranéenne*, t. XX, núm. 2.

BRUCIAMACCHIE, M. *et al.* (1991). «Sylviculture du pin d'Alep». *La Lettre de PRO SILVA FRANCE*, núm. 3.

BURSCHEL, HUSS J. (1987). «Grundriss des Waldbaus». Verlag Paul Parey.

CASTELL, C.; RIERA, J. (2000). «Estudi de la regeneració natural de les àrees afectades per l'incendi de l'estiu de 1998 a la Catalunya Central». Agència Local de Desenvolupament Forestal. Institut d'Edicions de la Diputació de Barcelona.

CODORNIÚ, R. (1935). *El Pino Carrasco*. Ed. Espasa-Calpe.

COUHERT, B.; DUPLAT, P. (1993). «Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur PACA). Propositions pour une sylviculture et un modèle de production». Direction Régionale PACA. *Bulletin Technique de l'ONF*, núm. 25, pàg. 3-22.

DREYFUS, P.; BRUNO, E.; NAUDET, J. P. (2001). «Indices de fertilité stationnelle alternatifs fondés sur des données écologiques: évolution de la hauteur dominante des peupl-

ments réguliers de Pin d'Alep». Thème 3. Écosystèmes et biodiversité forestière. *Rev.For. Fr.* LIII, pàg. 378-390.

ESPELTA, J. M. *et al.* (1999). «La recuperació dels grans incendis forestals: projecte pilot a l'incendi del Bages-Berguedà de 1994».

EVANGELIA, N. *et al.* (1996). «Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks». Departament de botànica. Universitat d'Athenes (Grècia). Editat a EE.UU. *Int. J. Wildland Fire* 6(2), pàg. 59-66.

FERRAN, A. *et al.* (1991). «Els efectes del foc en pinedes de la Catalunya Central». *Butlletí de l'Institut Cat. Hist. Nat.*, 59 (Sec. Bot., 8), pàg. 129-143.

Forêt Méditerranéenne (1988). «La sylviculture du pin d'Alep à Barbentane (Bouches-du-Rhône) et la prévention contre les incendies». Tournée 1.10.87. *Forêt Méditerranéenne*, t. X, núm. 1.

GALIANA, F. *et al.* (2001a). «Efectos sobre la diversidad y estructura de la vegetación de tratamientos selvícolas por cortas finales en pinares de *Pinus halepensis*».

— (2001b). «Estimación de la radiación solar incidente en pinares de *Pinus halepensis* sometidos a tratamientos selvícolas de cortas finales».

GANDULLO, J. M. *et al.* (1972). «Ecología de los pinares españoles». Ministerio de Agricultura – I.N.I.A. Madrid.

GONZÁLEZ MOLINA, J. M. (1995). «Tipificación selvícola de las masas mixtas de pino y rebollo en el Sistema Ibérico (España): estudio sobre su calidad forestal». Investigación agraria: sistema de recursos forestales. Vol. 4 (2). Dpto. de Silvicultura. Facultad de Freiburg, Alemania.

— (2000). «Primeras experiencias de claras selectivas mixtas en *Pinus halepensis* Mill». Universitat de León-ESTIA. *Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 10, pàg. 103-109.

GONZÁLEZ-OCHOA, A. I.; LÓPEZ, F.; DE LAS HIERA, J. (2001). «Evolución de un encinar (*Quercus ilex* subsp. *Bellota*) de monte bajo tras distintas intensidades de realveo seis años después del fuego. Resultados preliminares». Universitat de Castilla-La Mancha (ETSIA).

GONZÁLEZ RINCÓN, A.; DE DIOS CABEZAS, J. (2000). «Actuaciones selvícolas sobre masas de pino carrasco procedente de repoblación con objeto de aumentar su diversidad biológica: planificación y gestión a medio plazo en Montes Públicos de los TT.MM. de Lorca y Carvaca, Murcia».

HANENS, G. (1998). «Les peuplements mixtes de pin d'Alep et chênes en Provence». *Forêt Méditerranéenne*, t. XIX, núm. 3.

HERRANZ, J. M. *et al.* (1997). «Postfire regeneration of *Pinus halepensis* Miller in a semi-arid area in Albacete province (southeastern Spain)». *Ecoscience*, 4 (1), pàg. 86-90. Department of Plant Production and Agricultural Technology. ETSIA. University of Castilla-La Mancha.

[http:// free/sylvie13/ref/pin.htm](http://free/sylvie13/ref/pin.htm). «Sylviculture du pin blanc (pin d'Alep). Office National des Forêts.

- LAPESA LÁZARO, F. (2000). «Clareo mecanizado en un regenerado natural de *Pinus halepensis*, en el monte de Utilidad Pública n.º 1 “Rodanas” en Épila, Zaragoza». Diputación General de Aragón. *Foresta*, núm. 10, pàg. 28-33.
- LLOBET, S.; NAVASCUES, P. *et al.* (2003): «Silvicultura del pi blanc (*Pinus halepensis*)», *Dossiers de Gestió Forestal*, núm. 4. Ed. Agència Local de Desenvolupament Forestal.
- MADRIGAL, A.; ÁLVAREZ, J. C.; RODRÍGUEZ, R.; ROJO, A. (1999). *Tablas de producción para los montes españoles*. Madrid.
- MAPA-ICONA. *Segundo Inventario Nacional* (1986-1995).
- MONTERO, G.; CAÑELLAS, I.; RUÍZ-PEINADO, R. (2001). «Growth and yield models for *Pinus halepensis* mill». *Investigación Agraria: sistemas y recursos forestales*. Vol. 10 (1). Ministerio de Ciencia y Tecnología (INIA).
- MONTOYA OLIVER, J. M. (1989). *Encinas y encinares: regeneración natural*, Mundi Prensa, Madrid, pàg. 114-120.
- NE'EMAN, G.; LAVAH, H.; IZHAKI, I. (1993). «The resilience of vegetation to fire in an east-mediterranean pine forest on mount Caramel, Israel: the effects of post-fire management». Israel. *Fire in Mediterranean Ecosystems. Commission of the European communities*, Brussel-Luxemburg, pàg. 127-141.
- ONF (1993). «Silviculture du pin blanc». *Bulletin Technique de l'ONF*, núm. 25. Direction Régional PACA.
- OROZCO BAYO, E. *et al.* (1999). «Actas de la reunión sobre selvicultura del Pino carrasco». Albacete. Reunión del Grupo de trabajo Selvicultura mediterránea. *Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 10.
- PÁEZ BLÁZQUEZ, M.; CABEZAS CEREZO, J. D.; GONZÁLEZ RINCÓN, A. (1999) «Selvicultura preventiva contra incendios forestales». *Foresta*, Especial Murcia, pàg. 114-119.
- PAPIÓ, C. (1994). *Ecología del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*. Barcelona. Institut d'Estudis Catalans, Secció de Ciències Biològiques, 292 pàg.
- RADDI, A. (2001). «El mercat de la llenya a Catalunya: un estudi per conèixer el comerç i la producció de les llenyes i dels productes derivats per a fins energètics». Estudi tècnic publicat al *Dossier 2 de Gestió Forestal* de l'Agència Local de Desenvolupament Forestal-Diputació de Barcelona. *Dossier de Gestió Forestal* «Gestió associada de boscos privats i estudis tècnics de les zones cremades els anys 1994 i 1998», pàg. 41-80.
- (2003). «El mercat de la fusta de pi blanc». Estudi del mercat de la fusta de pi blanc. Publicat al *Dossier 4 de Gestió Forestal* de l'Agència Local de Desenvolupament Forestal-Diputació de Barcelona. *Dossier de Gestió Forestal* «Silvicultura del pi blanc (*Pinus halepensis*)», pàg. 78-95.
- RESINO GIL, F.; DíEZ ROTEA, R. (2001). «Apuntes sobre la ejecución de los proyectos pilotos de selvicultura preventiva en la provincia de Valencia». *Foresta*, especial Comunitat Valenciana, pàg. 112-117.
- RIERA, J. (1999). *Estudi de la regeneració natural de les àrees afectades pels incendis de 1994 i 1998 del municipi de Sant Mateu de Bages (Barcelona)*. Agència Local de Desenvolupament Forestal.

RIERA, J. (2000). «Efectes de l'incendi de 1994 sobre la vegetació del Garraf: estat actual de la regeneració». *III Trobada d'estudiosos del Garraf*. Monografies, 30. Diputació de Barcelona, pàg. 37-45.

RODRÍGUEZ SILVA, F. (2001). «Recomendaciones técnicas para el cálculo de anchuras en los sistemas lineales preventivos de defensa contra incendios forestales (fajas auxiliares, áreas y líneas cortafuegos)». Universitat de Córdoba, *III Congreso Forestal español-SECF-Junta de Andalucía*, pàg. 294-301.

ROSAL LOSCOS, M. (2000). «Estudi de la regeneració de *Pinus halepensis* en la zona del Solsonès afectada per l'incendi de 1998». Projecte final de carrera, vol. I (memòria). Universitat de Lleida (ETSEAL).

SAN MIGUEL, A. *et al.* (1995). «Situación actual de la investigación forestal sobre las especies mediterráneas del género *Quercus* en España». Universitat de Madrid. IUFRO XX World Congress, Finlàndia, pàg. 1-18.

SARACINO, A.; LEONE, V. (1993). «Ecological features and dynamics of seed dispersal after fire in a *Pinus halepensis* miller forest». Itàlia. *Fire in Mediterranean Ecosystems. Commission of the European Communities*, Brussel-Luxemburg, pàg. 151-159.

SARACINO, A.; LEONE, V. (1991). «Osservazioni sulla rinnovazione del Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill) in soprassuoli percorsi dal fuoco. I: La disseminazione». Itàlia. *Monti e Bochi*, núm. 6, pàg. 39-46.

SIMARRO, E.; GONZÁLEZ-OCHOA, A. I.; DE LAS HERAS, J. (2001). «Efecto de la recurrencia del fuego en la regeneración natural de masas forestales en el SO de la provincia de Albacete». Universitat de Castilla-La Mancha (ETSIA).

TSITSONI, T. (1997). «Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* forests of Kassandra Peninsula (North Greece)». *Forest Ecology and Management*, núm. 92 (199-208).

VALERO MORENO, J. (2000). «El Pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) en Catalunya: estado actual de la especie en el territorio catalán, propuestas selvícolas en los planes técnicos de gestión y mejora forestal y usos industriales». Centre de la Propietat Forestal. *Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 10, pàg. 97-102.

VALLHONRAT, J.; FAMADAS, J. (2001). «El pi blanc al Vallès Occidental. Regeneració després d'un incendi: gestió i aprofitament». III Jornada del Col·legi oficial d'Enginyers Tècnics Forestals de Catalunya.

VAN DOBBEN, W. H.; LOVE-MCCONELL, R. H. (1980). «Conceptos unificadores en ecología». Ed. Blume ecología.

VENNETIER, M. *et al.* (1999). «Évolution à court et long terme de la croissance du pin d'Alep en Provence. Conséquences sur la production de bois». *Forêt Méditerranéenne*, t. XX, núm. 4.

ZAVALA, M. (1999). «Model of Stand Dynamics for Holm Oak-Aleppo Pine Forests». A: *Ecology of Mediterranean Evergreen Forests*. Springer Verlag, Berlín-Heidelberg. *Ecological Studies*, vol. 137, pàg. 105-117.

Tractaments silvícoles en masses de regeneració natural de roure, alzina i pi blanc

Lluís Serra i Solans

Enginyer de munts. Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals de la Diputació de Barcelona

1. Introducció

Després dels grans incendis forestals de les dècades de 1980 i 1990 a la Catalunya central, on es van cremar milers d'hectàrees de pi blanc (*Pinus halepensis*) i pinassa (*Pinus nigra* sp. *salzmannii*), es va produir un canvi en les formacions vegetals del paisatge. Els boscos anteriorment compostos per pinassa van donar lloc en poc temps a l'aparició abundant de rebrots de roure. D'altra banda, els boscos dominats per pi blanc abans dels incendis van donar pas a una regeneració molt abundant d'aquesta espècie i en menor mesura a una regeneració de rebrots d'alzina. La regeneració del pi blanc ha estat tan intensa que ha arribat fins al punt de comprometre l'estabilitat de les masses en un futur pròxim.

L'objectiu principal d'aquests tractaments silvícoles en la regeneració natural postincendi és recuperar i valorar les finques forestals afectades pels incendis i obtenir més endavant un aprofitament de llenyes en el cas del roure i l'alzina i un aprofitament de fusta (per a trituració o serra en les millors estacions) en el cas del pi blanc. Aquest aprofitament i la consegüent gestió de les masses esmentades estan basats en una disminució de les intervencions i en una concentració i intensificació de les actuacions de millora abans d'arribar al final del torn. En gestionar masses o boscos mediterranis s'ha de tenir molt en compte la seva nul·la o escassa rendibilitat i actuar d'acord amb uns criteris econòmics raonables.

Per afavorir la regeneració natural sortida després dels incendis, l'Oficina Tècnica Municipal de Prevenció d'Incendis Forestals ha dut a terme una sèrie de treballs de millora forestal sobre aquestes formacions vegetals que es descriuen a continuació.

2. Descripció dels treballs de millora i d'avaluació de la regeneració natural en els boscos de roure, alzina i pi blanc

2.1. Treballs de selecció de rebrots en roure (*Quercus faginea*, *Q. cerrioides*, *Q. humilis*) i alzina (*Quercus ilex*)

L'objectiu d'aquests treballs és aconseguir la regeneració ràpida i de qualitat de les rouredes (*Quercus faginea*, *Q. cerrioides*, *Q. humilis*) i alzinars (*Quercus ilex*) que van rebrotar

després dels incendis de les dècades de 1980 i 1990, i orientar el bosc a la producció de llenyes. Aquesta regeneració ha comportat la presència de rebrots amb més de cinc rebrots per soca.

Per garantir la màxima productivitat per soca, un millor estat sanitari i la possibilitat d'aprofitar les llenyes mitjançant tallades arreu és convenient efectuar els treballs de selecció de rebrots.

La *selecció de rebrots* es fa d'acord amb la metodologia següent:

- En cada soca se seleccionen un o dos rebrots d'acord amb la densitat de la massa, i es tallen els que no se seleccionen.
- Es deixen dos rebrots per soca a les zones amb baixa densitat de roure o alzina (<400 soques/ha), és a dir, una distància superior a 5 m, i es deixa un rebrot quan la densitat és més gran (> 400 soques/ha), quan la distància és inferior a 5 m.
- Els rebrots que se seleccionen són els que tenen el tronc més recte, sense corbes que en deteriorin la qualitat, i els que tenen un diàmetre més gruixut.
- Les restes de tallada es deixen *in situ* a terra. Si el rebrot és llarg i gruixut es trosseja a una distància d'1-1,5 m.
- Els treballs es fan amb serra mecànica i la tallada es fa tan avall com es pugui, quasi arran de terra si és possible, i lleugerament inclinada.
- No es poden les branques, només es tallen els rebrots, però si cal se'n talla alguna per facilitar els treballs.
- La selecció de rebrots es fa en aquelles zones on el bestiar no ha produït danys en el regenerat de roure i alzina. S'ha establert una càrrega ramadera de 0,2-0,25 vaques/ha, és a dir, una vaca cada 4 o 5 ha, com a límit per dur a terme la selecció de rebrots sense que aquesta pateixi danys pel bestiar.
- Els treballs de selecció de rebrots es fan durant tot l'any; només quan el risc de perill d'incendi és elevat s'aturen els treballs.

2.1.1. Rendiments

En la taula següent es mostren els rendiments dels treballs de selecció de rebrots d'acord amb la densitat de soques per ha:

Rendiment horari a zones amb densitat baixa de roure i alzina (500-2.000 soques/ha)	12 h/ha
Rendiment horari a zones amb densitat alta de roure i alzina (2.000-4.000 soques/ha)	21 h/ha
Rendiment horari a zones amb densitat molt alta de roure i alzina (> 4.000 soques/ha)	32 h/ha

2.2. Treballs d'aclarida de plançonada de pi blanc (*Pinus halepensis*) en masses pures i en masses mixtes amb roure (*Quercus cerrioides*) o alzina (*Quercus ilex*)

Els objectius que es persegueixen en efectuar aquests treballs són diversos. En primer lloc, millorar l'estructura de la massa a causa de l'elevada densitat de regenerat de pi blanc. També es persegueix defensar les masses joves de pi blanc enfront dels riscos naturals, augmentant-ne l'estabilitat. I, finalment, orientar el bosc a la producció de fusta a les zones de millor qualitat d'estació.

L'elevada densitat de regeneració, en algunes zones superior als 50.000 peus/ha, impedeix un desenvolupament adequat de la massa forestal. Amb aquest tipus d'actuació es garanteix:

- una major estabilitat i persistència de la massa forestal enfront de perturbacions com incendis, plagues, etc.
- un major creixement dels arbres
- un millor estat sanitari, i
- la possibilitat d'aprofitar la fusta a les zones de millor qualitat d'estació mitjançant una sola tallada al final del torn.

Els treballs es duen a terme a les masses forestals amb densitats superiors a 2.000 peus/ha (val més efectuar les inversions a les zones de major densitat, s'optimitza millor les ajudes). Les densitats que es deixen un cop finalitzada l'aclarida de plançonada depenen de la densitat inicial de la massa i són les que es detallen en la taula següent:

Densitat inicial de la regeneració de pi blanc (peus/ha)	Densitat final després de la intervenció (peus/ha)
2.000-6.000	800-1.000
6.000-30.000	1.000-1.500
> 30.000	1.500

L'aclarida de plançonada del regenerat de pi blanc en masses pures es fa d'acord amb la metodologia següent:

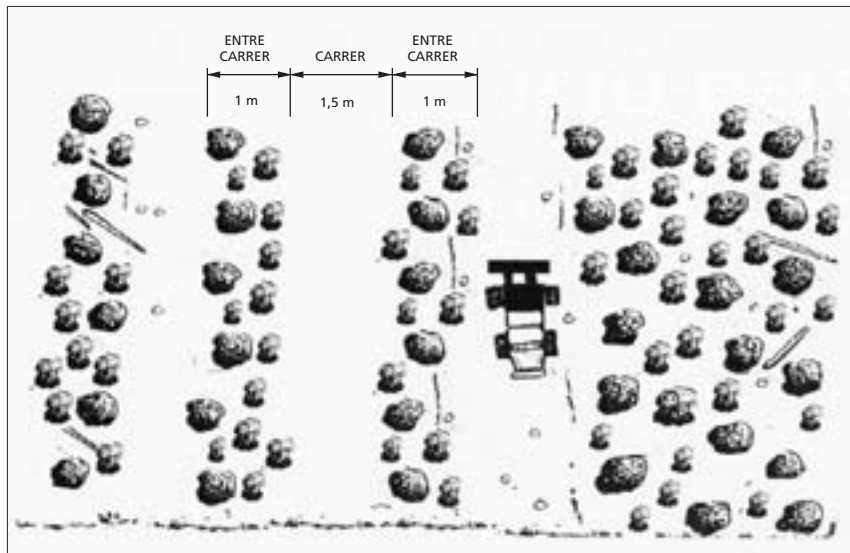
Zones mecanitzables

A. Primera fase (mecanitzat)

- Es fa una primera passada amb una tanqueta forestal de cadenes (de 90-120 CV) que porta una desbrossadora de martells i va obrint pas mitjançant franges o carrers d'amplada igual a la de la màquina (aproximadament 1,5 m), seguint corbes de nivell sempre que es pugui. A zones amb pendent molt elevat (> 30%), les franges es faran seguint la línia de màxim pendent.
- Les franges per on passi la màquina quedaran netes de vegetació, eliminant del tot els peus de pi blanc i les altres espècies arbustives.

- En cas d'haver-hi algunes soques de roure i d'alzina la màquina les respectarà i no les tallarà sinó que les esquivarà durant l'execució dels treballs.
- La distància que es deixa entre franges és d'1 a 1,5 m.

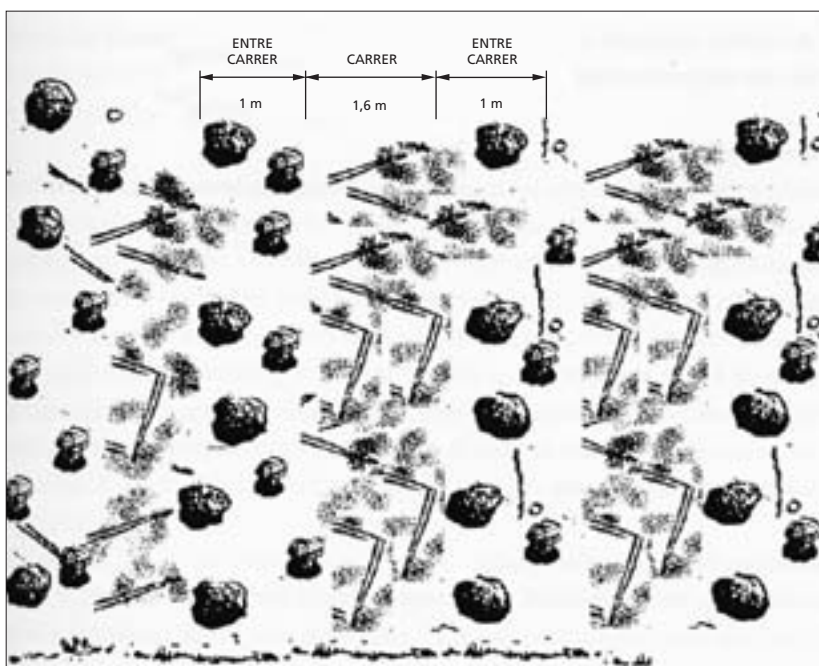
Figura 1. Esquema dels treballs d'aclarida de plançoneda del regenerat de pi blanc. Obertura de carrers amb una primera passada de la tanqueta desbrossadora



B. Segona fase (manual)

- Entre carrer i carrer, pels quals no ha passat la màquina desbrossadora, es fa una aclarida de plançoneda manual amb serra mecànica en el pi. Només es talla el pi.
- Es deixa una distància entre peu i peu igual a la fixada per a la densitat final.
- Els arbres seleccionats són els més vitals (amb millor capçada), els més verticals, de diàmetre més gran i amb millor estat sanitari.
- Els arbres que se seleccionen s'intenten deixar amb una distribució a portell.
- Els talls en els pins es fan tan a prop de terra com es pugui i sempre per sota de l'última branca viva. Ha de ser un tall net.
- Els arbres amb una alçada superior als 2 m es trossegen en parts d'aproximadament 1-1,5 m. Les restes de la tallada es deixen *in situ* a terra, evitant que s'acumulin.

Figura 2. Esquema dels treballs d'aclarida de plançonedada del regenerat de pi blanc. Aclarida de plançonedada manual de les zones entre carrers



Zones no mecanitzables

- Es fa una aclarida de plançonedada manual amb serra mecànica o desbrossadora mecànica només en el pi. Les altres espècies d'arbres o arbusts no es tallen.
- Es deixa una distància entre peu i peu igual a la fixada per a la densitat final.
- Els arbres seleccionats són els més vitals (amb millor capçada), els més verticals, de diàmetre més gran i amb millor estat sanitari.
- Els arbres que se seleccionen s'intenten deixar amb una distribució a portell.
- Els talls en els pins es fan tan a prop de terra com es pugui i sempre per sota de l'última branca viva. Ha de ser un tall net.
- Els arbres amb una alçada superior als 2 m es trossegen en parts d'aproximadament 1-1,5 m. Les restes de la tallada es deixen *in situ* a terra, evitant que s'acumulin.

L'aclarida de plançonedada del regenerat de pi blanc en masses mixtes de roure i alzina es fa d'acord amb la metodologia següent:

- Es fa amb serra mecànica una aclarida de plançonedada manual en el pi i una selecció de rebrotos en l'alzina o en el roure. Les altres espècies d'arbres o arbusts no es tallen. L'operació sempre es fa manualment llevat que la densitat de roure o d'alzina sigui baixa i permeti el pas de la màquina sense que danyi les soques, esquivant-les i tallant el pi i els altres arbusts dels carrers per on passa.

- La manera de procedir en la tallada del pi és igual que la descrita anteriorment a les zones no mecanitzables. Els treballs de selecció de rebrots d'alzina es fan com s'han descrit anteriorment.
- Durant l'execució dels treballs es dóna prioritat al regenerat de roure o d'alzina, eliminant tot pi que es trobi al seu voltant (en un radi de 2 a 3 m) i afavorint així el desenvolupament de les frondoses.
- Per establir la densitat final del pi se segueix el mateix criteri que l'adoptat per a masses pures de pi blanc. En el roure o en l'alzina es deixa un rebrot per soca.

2.2.1. Rendiments

En la taula següent es mostren els rendiments dels treballs d'aclarida de plançoneda de pi blanc d'acord amb la densitat inicial de peus (aquests rendiments han estat calculats per a una alçada mitjana del regenerat d'1,5-3 m):

1. Boscos de pi blanc a zones mecanitzables

	Tractor forestal	Manual
Rendiment horari a zones amb densitat baixa de pi blanc (2.000-6.000 peus/ha): treball del tractor forestal i manual	1,9 h/ha	9,2 h/ha
Rendiment horari a zones amb densitat alta de pi blanc (6.000-30.000 peus/ha): treball del tractor forestal i manual	3,5 h/ha	29,3 h/ha

2. Boscos de pi blanc a zones no mecanitzables

Rendiment horari a zones amb densitat baixa de pi blanc (2.000-6.000 peus/ha)	21,8 h/ha
Rendiment horari a zones amb densitat alta de pi blanc (> 6.000 peus/ha)	36,5 h/ha*

*Rendiment utilitzat com a referència per a densitats elevades (el seu valor és variable d'acord amb la densitat inicial de la massa).

Els rendiments en masses mixtes són semblants però presenten uns valors una mica més alts.

Bibliografia

LLOBET, S. *et al.* (2003). «Silvicultura del pi blanc. Gestió Forestal». *Dossier* núm. 4. Agència Local de Desenvolupament Forestal.

ASSOCIACIÓ DE PROPIETARIS REBROT I DIPUTACIÓ DE BARCELONA. Pla Marc de Recuperació i valoració de les finques forestals de l'Associació de propietaris Rebrot (2003). No editat.

ASSOCIACIÓ DE PROPIETARIS BOSCOS BAGES-ANOIA I DIPUTACIÓ DE BARCELONA. Pla Marc de Recuperació i valoració de les finques forestals de l'Associació de propietaris Boscos Bages-Anoia (2004). No editat.

Avaluació ecològica de diferents tractaments silvícoles de millora de la regeneració natural a zones afectades per incendi i sequeres extremes

Josep Maria Espelta,¹ Xavier Arnan, Iraima Verkaik, Lidia Guitart

CREAF. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. Edifici C. Campus Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra

Introducció

Els boscos mediterranis representen un dels punts d'elevada biodiversitat (*hot-spots*) més importants a escala mundial i per tant requereixen un especial èmfasi en la seva conservació. En el cas de la conca mediterrània, l'elevada diversitat paisatgística i biològica que conté ha estat en part motivada per una intensa i antiga interacció entre diferents tipus de pertorbacions, tant naturals (p. ex., foc) com antròpiques (p. ex., agricultura, pasturatge). Malgrat el reconeixement de l'elevada resiliència dels ecosistemes mediterranis a la reiteració de pertorbacions, canvis en el règim temporal o en la intensitat d'aquestes pertorbacions poden comprometre'n la conservació. En aquest context els canvis en el règim d'incendis, amb un règim actual caracteritzat per una major recurrència, intensitat i extensió, com també la reiteració de sequeres severes, són dos dels fenòmens que poden comprometre la conservació dels paisatges forestals en àmplies zones de la conca mediterrània. A més, aquests fenòmens poden veure's augmentats per efecte de les conseqüències del canvi climàtic (augment de la temperatura, disminució de la precipitació).

Davant d'aquest nou escenari ecològic caldrà desenvolupar i aplicar una silvicultura que intenti disminuir els efectes d'aquestes pertorbacions, garanteixi una major resiliència dels sistemes forestals i augmenti les possibilitats de regeneració una vegada que la pertorbació s'ha produït. A més d'aquests objectius cal remarcar que en la major part dels casos aquesta silvicultura s'haurà de desenvolupar de manera extensiva i amb l'ajuda de fons públics, essent per tant necessari disminuir tant com es pugui els costos econòmics optimitzant alhora els resultats que es vol obtenir. A fi de comprovar els resultats d'aquestes pràctiques caldrà establir programes de seguiment que permetin valorar-ne els efectes ecològics.

L'any 2003 es va encetar un programa de col·laboració entre l'Oficina Tècnica Municipal de Prevenció d'Incendis Forestals (OTPIF) de la Diputació de Barcelona i el CREAM, amb l'objectiu de fer un seguiment i una avaluació ecològica de diferents tractaments silvícoles que l'OTPIF estava aplicant a: i) boscos mixtos d'alzina-roure i pinedes de pi blanc en regeneració postincendi, i ii) alzinars afectats per episodis severes de sequera. A continuació es presenten alguns dels principals resultats obtinguts des de l'any 2003 al 2006 en aquests casos d'estudi.

1. Autor per a correspondència: josep.espelta@uab.es

1. Efecte de l'aclarida de plançonada sobre el creixement i les característiques reproductives del pi blanc (*Pinus halepensis*) en masses amb diferent edat de regeneració postincendi

Antecedents

El pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.) s'ha considerat tradicionalment com una espècie afavorida pels incendis forestals, davant dels quals mostra una considerable capacitat de persistència. Aquesta capacitat s'ha atribuït a la combinació de diferents característiques ecològiques i de la seva biologia reproductiva, entre les quals destaquen l'elevada precocitat reproductiva i una abundant producció de llavors, una part de les quals queden emmagatzemades i retingudes en pinyes de tipus serotin. Després del foc, la massiva obertura de pinyes i alliberament de pinyons comporta generalment una elevada densitat de regenerat, la qual cosa assegura la recuperació de la coberta vegetal i contribueix a evitar possibles efectes negatius de l'incendi com processos d'erosió. Tanmateix, aquestes elevades densitats impliquen també un estancament en el desenvolupament de la massa, a més d'un augment de la sensibilitat a nous incendis catastròfics, a causa de l'elevada continuïtat tant vertical com horitzontal de la vegetació. La reiteració de nous incendis pot conduir a una simplificació de l'estructura d'aquestes comunitats i fins i tot a comprometre la continuïtat d'aquesta espècie. Davant d'aquest escenari, s'ha suggerit la necessitat d'efectuar tractaments de reducció de la densitat de regenerat (aclarides de plançonada), tant per disminuir el risc de propagació de nous incendis com per millorar l'estructura i el desenvolupament del bosc i estimular la capacitat reproductiva dels pins. Malgrat que la formació d'un banc de llavors en capçada és l'únic mecanisme que pot assegurar la persistència d'aquests boscos davant de futurs nous incendis, hi ha molt pocs treballs que hagin analitzat l'efecte d'aquestes pràctiques sobre les característiques reproductives d'aquesta espècie. L'objectiu d'aquest treball ha estat investigar l'efecte d'aclarides de plançonada en pinedes amb diferent edat de regeneració en la dinàmica del banc de pinyes. Els resultats obtinguts poden contribuir a millorar la gestió dels boscos de pi blanc en regeneració postincendi.

Material i mètodes

L'estudi es va fer durant els anys 2003 a 2006 a les comarques del Bages i l'Anoia. L'àrea d'estudi comprèn tres zones dominades per boscos de pi blanc afectades per un únic incendi en diferents anys, 1982, 1986 i 1994 (d'ara endavant I82, I86 i I94, respectivament). A totes tres zones, la regeneració natural de pi blanc assolía una cobertura superior al 90%.

Durant l'any 2003 es van establir a l'atzar sis parcel·les experimentals de 10 m de radi en cadascuna de les tres zones (I82, I86 i I94). Al final de la primavera de 2003 es va fer l'aclarida de plançonada, per part de l'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals (OTPIF, Diputació de Barcelona), de tres de les sis parcel·les establertes en ca-

dascuna de les zones. L'aclarida de plançoneda va consistir en una dràstica reducció de la densitat de pins per assolir una densitat final d'aproximadament 1.000 individus ha⁻¹. A cada parcel·la es van seleccionar vint pins a l'atzar, dels quals es va mesurar el diàmetre basal, l'alçada i l'àrea de capçada. En cada pi es van identificar i censar les diferents cohorts de pinyes presents: pinyes de l'any, immadures, madures, serotines recents (serotR) i serotines antigues (serotA), comptabilitzant-se a més les pinyes obertes. Durant els estius del 2004 al 2006 es van reinventariar totes les parcel·les i es van repetir tots els mesuraments fets l'any anterior. El creixement relatiu en diàmetre basal, alçada i àrea de capçada es va calcular mitjançant l'equació $\text{valor } t - \text{valor } t-1 / \text{valor } t-1$. A partir de la verificació de l'estat de les pinyes registrades l'any anterior, com també del recompte de pinyes noves i pinyes obertes durant el període d'estudi, es van calcular les variables següents a cada parcel·la: i) nombre de nous pins reproductors; ii) nombre de pins que van reactivar la seva reproducció després d'haver-la aturat en anys anteriors, i iii) nombre de pins amb pinyes obertes. A cada pi es va determinar: i) producció de pinyes noves, i ii) obertura de pinyes madures, serotR i serotA. L'efecte de l'edat de regeneració (182, 186, 194) i del tractament (control, aclarida de plançoneda) sobre les diferents variables es va analitzar mitjançant ANOVA de dos factors. En les variables mesurades a escala individual (creixement i producció de pinyes) es va incloure també el factor parcel·la recollit dins del factor tractament, per valorar l'efecte de les diferències en densitat entre parcel·les. En l'anàlisi de l'efecte dels tractaments experimentals sobre l'obertura de pinyes madures, serotR i serotA, es va incloure la covariable del nombre de pinyes tancades d'aquestes cohorts en cada pi. En totes les anàlisis es va aplicar el mètode seqüencial de Bonferroni per controlar la taxa d'error tipus I.

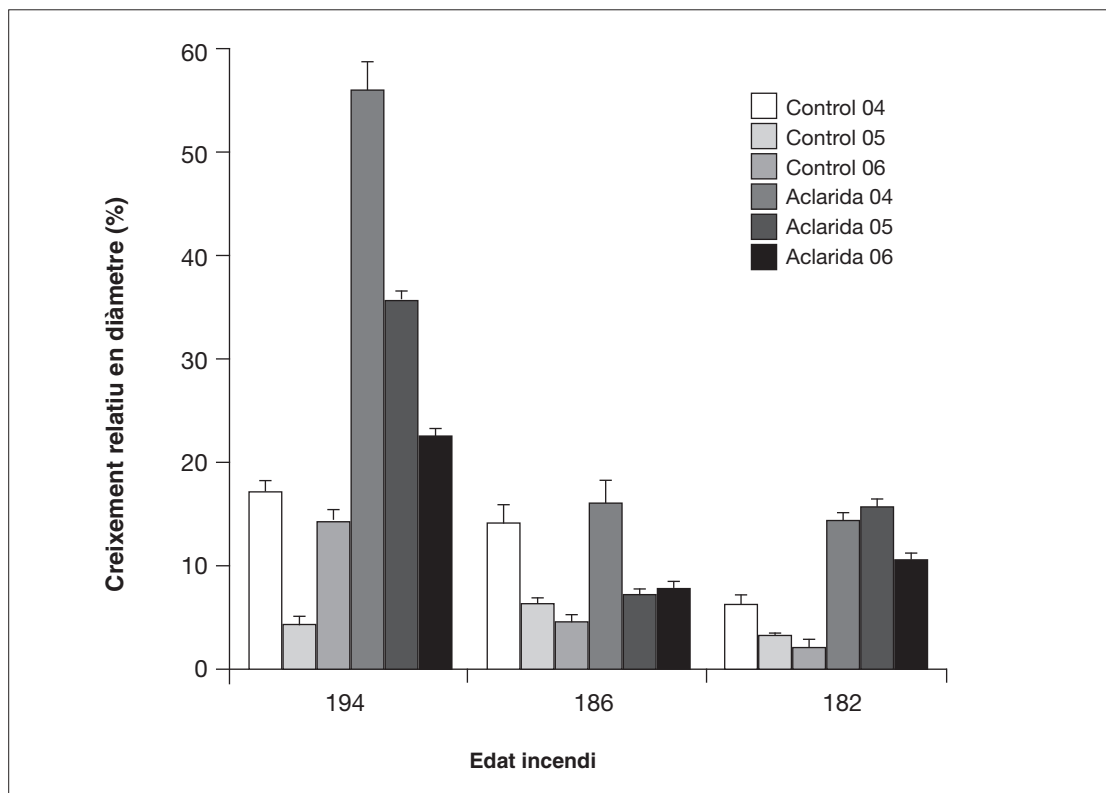
Resultats

L'aclarida de plançoneda intensiva va provocar un important estímul del creixement (taula 1, figura 1) a les parcel·les de deu i vint-i-dos anys, però no a les de divuit anys, ja que en aquestes darreres la densitat inicial era més reduïda i la tallada només va implicar l'eliminació del 50% dels pins enfront del 90% assolit en les altres dues edats de regeneració. Els beneficis de l'aclarida de plançoneda en el creixement s'han mantingut durant les tres estacions de creixement incloses en aquest estudi (de 2003 a 2006). Cal destacar l'augment en la diferència en creixement entre els arbres a les parcel·les amb aclarida de plançoneda i el control durant els anys en què es va registrar una sequera més gran (p. ex., el 2005).

Taula 1. Valors F de l'ANOVA de l'efecte de l'edat de regeneració (182, 186, 194) i el tractament (control, aclarida de plançoneda) en el creixement relatiu en diàmetre basal

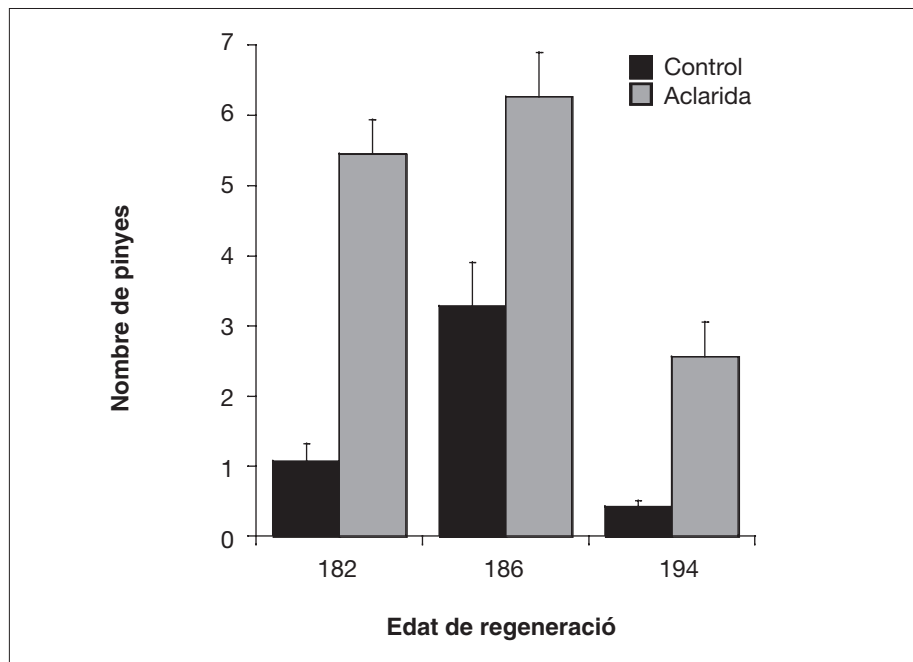
Creixement relatiu en diàmetre	
Edat de regeneració	124,4
Tractament	134,9
Parcel·la (tractament)	6,8
Edat de regeneració x tractament	42,9

Figura 1. Mitjana \pm error estàndard del creixement en diàmetre dels pins segons l'edat de regeneració (1982, 1986, 1994), el tractament (control o aclarida de plançonada) i l'any de mostreig (2004, 2005 i 2006)



L'aclarida de plançonada va augmentar el nombre de pins que van produir pinyes per primera vegada (ANOVA, $F = 2,4$, $p = 0,0013$; aclarida = $50,4 \pm 11,4\%$ vs. control = $13,3 \pm 4,0\%$) com també el nombre de pins que van reactivar la seva reproducció, després d'haver produït alguna vegada pinyes però no al darrer any (ANOVA, valor $F = 18,8$, $p = 0,003$; aclarida = $96,5 \pm 1,5\%$ vs. control = $66,6 \pm 6,8\%$). Pel que fa al nombre de pins amb pinyes obertes, hi va haver una interacció entre l'edat de regeneració i el tractament (ANOVA, valor $F = 7,9$, $p = 0,0063$). El nombre de pins amb pinyes obertes no va experimentar variació a les parcel·les control ni en les aclarides de l'edat de regeneració més jove (194), mentre que es va incrementar a les parcel·les aclarides en 182 ($0,8 \pm 0,8\%$) i en 186 ($6,7 \pm 4,0\%$). A escala individual, es va observar una interacció significativa entre l'edat de regeneració i el tractament en el nombre de noves pinyes produïdes (ANOVA valor $F = 2,4$, $p = 0,013$). L'aclarida de plançonada va augmentar la producció de pinyes en els pins de totes les edats de regeneració, encara que aquest increment va ser molt superior en els pins d'182 i d'194 en comparació amb els d'186 (figura 2).

Figura 2. Mitjana \pm ES del nombre de pinyes noves per pi segons l'edat de regeneració (182, 186 i 194) i el tractament (control, aclarida de plançoneda)

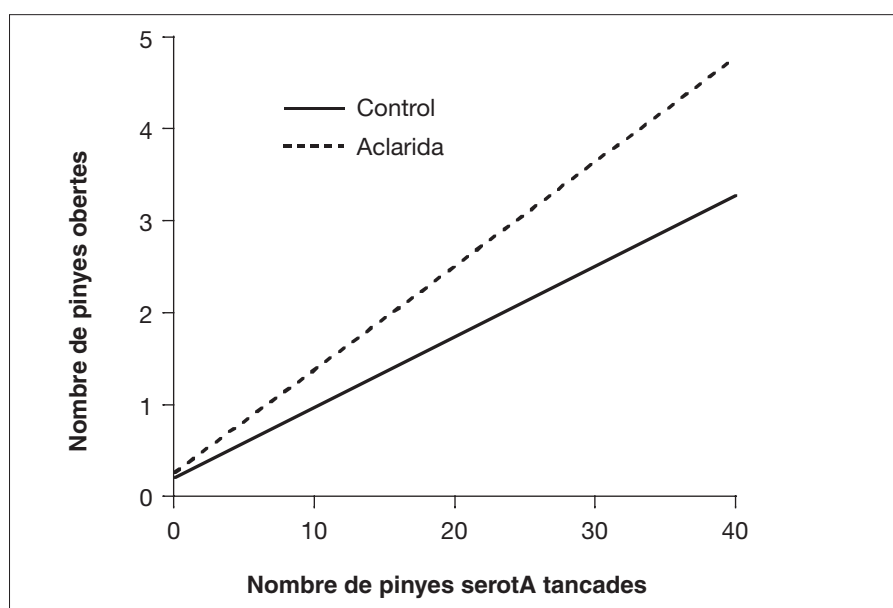


A la taula 2 es mostren els resultats de l'anàlisi de l'efecte de l'edat de regeneració i del tractament sobre el nombre de pinyes obertes de les diferents classes d'edat (madures, serotR, serotA). Per tal com no es va observar l'obertura de pinyes en els pins d'194, aquestes anàlisis només es van fer amb les parcel·les d'182 i 186. El nombre de pinyes madures obertes no va dependre significativament de cap dels factors analitzats (taula 2). En canvi, la quantitat de pinyes seròtines (serotR i serotA) obertes va dependre significativament i positiva, tot i que de manera moderada, del nombre de pinyes tancades d'aquestes classes d'edat (respectivament, $r^2 = 0,14$, $p < 0,0001$, i $r^2 = 0,18$, $p < 0,0001$), com també de la interacció entre el tractament i l'edat de regeneració en el cas de les més antigues (serotA). Aquesta interacció va indicar que, si bé tant a les parcel·les control com a les aclarides el nombre de pinyes obertes depenia de la quantitat de pinyes tancades presents en l'arbre, per a un nombre similar de pinyes es van obrir més a les parcel·les aclarides (figura 3). La interacció entre els tres factors analitzats suggeria una important variabilitat en aquest procés en 182 i 186.

Taula 2. Valors F de l'ANOVA de l'efecte de l'edat de regeneració (I82, I86, I94), tractament (control, aclarida de plançoneda) i quantitat de pinyes tancades en el nombre de pinyes obertes de les diferents classes d'edat (madures, serotR, serotA)

	Pinyes madures obertes	Pinyes serotR obertes	Pinyes serotA obertes
Edat de regeneració	1,8	0,1	1,0
Tractament	0,4	0,4	5,4
Parcel·la (tractament)	1,6	0,5	3,7
Edat de regeneració × tractament	0,2	0,2	0,6
Pinyes tancades	3,1	6,0	10,1
Pinyes tancades × edat de regeneració	3,6	0,0	2,2
Pinyes tancades × tractament	0,4	1,7	10,4
Pinyes tancades × edat de regeneració × tractament	0,2	0,0	17,7

Figura 3. Relació entre el nombre de pinyes serotA tancades i obertes en els tractaments de control (línia contínua) i aclarida (línia discontinua)



Conclusions

L'aclarida de plançoneda intensiva va provocar un important estímul del creixement en aquells rodals amb una densitat més gran i aquests beneficis es van mantenir en el temps, especialment durant els anys en què es va registrar una sequera més gran (p. ex., el 2005). Així mateix l'aclarida de plançoneda va promoure un augment en el nombre de pins reproductius i un increment de fins a sis vegades en la collita de pinyes per individu. Aquest fet es pot atribuir que una disminució en la densitat estimula la floració i la fructificació a causa de l'augment en la disponibilitat de recursos (nutrients, aigua) i dels

beneficis d'una major exposició de la copa (llum, temperatura, pol·linització). Tanmateix, la formació del banc de llavors dependrà tant de la producció de noves pinyes com també de la dinàmica de les pinyes seròtines presents (retenció o alliberament de llavors). Els individus de menor edat (194, deu anys) van mostrar una absència total de pinyes obertes tant a les parcel·les control com a les aclarides, confirmant l'alta serotinitat del pi blanc en etapes juvenils. En canvi, en els boscos amb major edat de regeneració (divuit-vint-i-dos anys) les nostres dades indiquen, per primera vegada, un augment en el nombre de pinyes seròtines obertes per efecte de l'aclarida de plançoneda. A més del foc, diferents causes ambientals de caràcter extrem, com l'alternança de cicles d'humectació-escalfament o vents molt secs, han estat reconegudes com a causants de l'obertura de pinyes seròtines. En el nostre cas és probable que per efecte de l'aclarida de plançoneda les capçades dels pins estiguessin més exposades a contrastos de temperatura i d'humitat, indicant la possibilitat que l'obertura de pinyes seròtines no únicament pot ser causada per esdeveniments extrems sinó també per canvis ambientals en l'àmbit local. La major part de les pinyes que es van obrir corresponen a les pinyes seròtines més antigues (>4 anys). Aquest fet podria ser degut a dos tipus de causes. D'una banda, la competència directa per l'aigua que pot generar-se amb altres parts de la planta podria afavorir la pèrdua d'humitat en aquestes pinyes i facilitar-ne l'obertura. D'altra banda, altres estudis han atribuït la pèrdua de serotinitat a canvis amb el temps en les propietats de la resina. El nombre de pinyes seròtines obertes va dependre significativament de la quantitat de pinyes tancades presents en l'arbre encara que només de manera moderada. Aquesta observació indica la influència d'altres factors en aquest procés i confirma l'important grau de variabilitat que mostra la serotinitat en el pi blanc a escala individual i poblacional.

La pèrdua de serotinitat induïda per l'aclarida de plançoneda es podria interpretar com un desavantatge, ja que pot repercutir en la mida del banc de llavors disponible. Tanmateix, la diferència entre la producció de pinyes noves i l'obertura de pinyes a les parcel·les d'aclarida va ser considerable. A més, el nombre de llavors germinables a les parcel·les aclarides, tenint en compte la quantitat de pinyes presents i el potencial de germinació dels pinyons que contenen, se situava en un rang d'entre 340.000 i 435.000 per ha, la qual cosa asseguraria, en termes de la magnitud del banc de llavors, la disponibilitat de prou propàguls per a la regeneració d'aquestes zones davant de nous incendis.

2. Efectes de la reservació intensiva en el creixement i la producció d'agllans en bosc baix de roure (*Quercus cerrroides*) i alzina (*Quercus ilex l.*) en regeneració postincendi

Introducció

Després dels grans incendis forestals de la Catalunya central de 1994, a les comarques del Bages i el Berguedà, i de 1998, a la comarca del Solsonès, una gran part dels boscos de pinassa (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) va quedar destruïda. Després d'aquests incendis s'ha constatat que mentre que la regeneració d'aquesta espècie ha estat nul·la o molt escassa, els individus de roure (*Quercus cerrroides*) i d'alzina (*Quercus ilex*) que formaven

part del sotabosc o eren espècies acompanyants en els boscos de pinassa han rebrotat amb gran intensitat (en més de 7.000 de les 24.000 ha afectades per l'incendi). A pesar que la vigorosa rebrotada del roure i de l'alzina pot contribuir a recuperar ràpidament el recobriment del sòl, disminuir el risc d'erosió, afavorir la retenció de nutrients i crear hàbitats favorables per a la recuperació de la fauna, la profusió de rebrots i les baixes taxes de creixement d'aquestes espècies originen boscos amb una estructura de bosc baix amb gran densitat, recobriment i reduït creixement. En aquest context s'han proposat diferents pràctiques per accelerar el desenvolupament d'aquests boscos cap a estructures més madures, entre les quals destaca la seva conversió cap a «fustals sobre soca» o, tant com es pugui, bosc alt. Aquest procés implica una reservació intensiva per disminuir la competència entre els rebrots reservats i augmentar-ne el creixement. Des de la tardor de 2000, la Diputació de Barcelona està executant un programa de reservació intensiva en bosc baix de roure i alzina en renegeració postincendi per millorar l'estructura de la massa, la producció de fusta i de llenya i possibilitar altres usos alternatius del bosc (p. ex., pasturatge, aprofitament cinegètic, etc.), per tal de disminuir el risc d'incendi i afavorir la regeneració per aglà (sexual) del bosc.

L'objectiu principal d'aquest seguiment ha estat analitzar la resposta dels individus de roure i d'alzina a la reservació, per tal de determinar les diferències en creixement tant en alçada com en diàmetre, en creixement de nous rebrots i en producció d'aglàns entre les dues espècies i entre els individus tractats i els no seleccionats.

Material i mètodes

Per fer el seguiment d'aquests treballs de millora de la regeneració natural postincendi del roure i de l'alzina, durant l'estiu de 2003 es van instal·lar un total de vuit parcel·les a dues finques afectades pels incendis forestals de 1994, a zones dominades per pinassa abans del foc, i que actualment presenten una vigorosa rebrotada de roure i d'alzina.

A cada finca s'han instal·lat de manera permanent quatre parcel·les de seguiment, dues de les quals localitzades a zones on s'ha fet la reservació (parcel·les de selecció), i les altres dues localitzades a zones on no s'ha efectuat cap treball de millora de la massa forestal (parcel·les control).

El 2003, a les quatre parcel·les de selecció, es van escollir a l'atzar deu roures amb un sol rebrot per soca, deu roures amb dos rebrots per soca i deu alzines amb un o dos rebrots per soca, mentre que a les quatre parcel·les de control es van escollir deu roures i deu alzines dels quals s'han triat un o dos rebrots dominants per al seguiment. S'ha numerat cada individu i cada rebrot de manera permanent, mesurant el rumb i la distància al centre de la parcel·la per facilitar trobar-los posteriorment. El 2005 s'hi van afegir cinc alzines i cinc roures més per parcel·la. En tots els rebrots escollits per al mostreig, se n'ha mesurat el diàmetre a 25 cm de terra. Els anys 2004, 2005 i 2006 s'ha repetit el mostreig sobre els mateixos individus marcats els anys 2003 i 2005. En tots es va tornar a mesurar el diàmetre a 25 cm de terra i a més es va comptar el nombre de nous rebrots amb diàmetre basal superior a 1 cm apareguts en els individus en què es va fer la selecció de rebrots.

En aquests nous rebrots es va mesurar el diàmetre a 25 cm de terra dels que tenien un diàmetre basal superior a 2 cm. Durant els mostreigs de 2004, 2005 i 2006 també es va determinar el nombre d'individus que estaven produint aglans i el nombre d'aglans en quatre branques a l'atzar.

La comparació entre el roure i l'alzina del creixement en diàmetre i longitud dels rebrots seleccionats segons el tractament i l'orientació s'ha fet mitjançant una anàlisi de la variància (ANOVA) de tres factors (espècie, tractament, orientació) i mesuraments repetits (2004, 2005 i 2006). L'anàlisi del nombre de nous rebrots segons l'espècie i l'orientació a les parcel·les seleccionades s'ha fet mitjançant un ANOVA de dos factors (espècie, orientació). Abans de fer les anàlisis, a les dades en percentatge s'ha aplicat una transformació angular.

Resultats

1. Creixement dels rebrots en diàmetre

El diàmetre i la longitud dels rebrots de roure continuen essent l'any 2006 superiors als de l'alzina, tal com succeïa el 2005, en totes les zones estudiades (taula 3).

Taula 3. Mitjana \pm desviació estàndard del diàmetre a 25 cm de terra i la longitud dels rebrots de roure i d'alzina a cadascuna de les dues finques mostrejades els anys 2003, 2004, 2005 i 2006

Finca	Espècie	Diàmetre (cm)				Longitud (cm)			
		2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
El Raurell	Roure	4,2 \pm 2,3	4,9 \pm 2,6	5,1 \pm 2,8	5,3 \pm 2,6	242,2 \pm 106,8	266,1 \pm 112,3	281,2 \pm 97,3	302,7 \pm 113,1
	Alzina	3,2 \pm 1,2	3,7 \pm 1,4	4,1 \pm 1,6	4,3 \pm 1,5	187,0 \pm 65,8	204,3 \pm 72,9	227,4 \pm 84,5	241,0 \pm 74,8
Cal Pairot	Roure	4,9 \pm 1,7	5,8 \pm 1,9	6,7 \pm 2,1	7,7 \pm 2,3	238,1 \pm 52,7	264,1 \pm 55,1	303,5 \pm 76,8	338,6 \pm 100,5
	Alzina	3,4 \pm 1,0	3,9 \pm 1,1	4,3 \pm 1,2	5,4 \pm 1,5	174,0 \pm 44,0	191,3 \pm 43,0	217,1 \pm 49,9	237,2 \pm 59,4

Quant a l'efecte de la selecció de rebrots sobre el creixement en diàmetre, a la taula 4 es mostren els valors del diàmetre en les dues espècies a les diferents finques i en els quatre anys estudiats (2003, 2004, 2005 i 2006), mentre que a la taula 5 s'indica el creixement diametral (%) en les dues espècies segons el tractament i l'orientació (nord, sud).

Taula 4. Mitjana \pm desviació estàndard del diàmetre a 25 cm de terra dels rebrots de roure i d'alzina en els tractaments de selecció de rebrots a les quatre finques mostrejades els anys 2003, 2004, 2005 i 2006

Finca	Espècie	CONTROL				SELECCIÓ			
		2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
El Raurell	Roure	4,0 \pm 2,4	4,6 \pm 2,6	4,8 \pm 2,1	4,8 \pm 2,3	4,5 \pm 2,3	5,3 \pm 2,6	5,8 \pm 3,0	5,8 \pm 2,8
	Alzina	3,3 \pm 1,2	3,7 \pm 1,3	4,0 \pm 1,6	4,2 \pm 1,5	3,1 \pm 1,2	3,6 \pm 1,4	4,1 \pm 1,5	4,3 \pm 1,5
Cal Pairot	Roure	5,5 \pm 1,6	6,4 \pm 1,8	6,8 \pm 0,9	8,6 \pm 2,1	4,0 \pm 1,6	4,9 \pm 1,8	5,6 \pm 1,1	6,7 \pm 2,1
	Alzina	3,7 \pm 0,9	4,1 \pm 1,1	4,3 \pm 0,8	5,6 \pm 1,6	3,0 \pm 1,1	3,6 \pm 1,2	4,0 \pm 1,0	5,1 \pm 1,3

Taula 5. Mitjana del percentatge de creixement en diàmetre dels rebrots de roure i d'alzina segons el tractament (selecció, control), l'orientació de la zona (nord, sud) i l'any (2004, 2005 i 2006)

	Nord						Sud					
	Control			Selecció			Control			Selecció		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Roure	15,2	13,0	8,7	26,9	19,4	9,5	14,7	8,1	8,2	20,4	14,8	8,0
Alzina	13,4	9,7	10,2	20,3	13,8	23,2	12,0	12,3	7,6	17,8	14,7	9,5

D'acord amb els resultats de l'anàlisi de la variància comparant el creixement diametral del roure i de l'alzina segons el tractament, l'orientació i l'any (taula 6), hi havia diferències significatives segons el tractament, l'orientació, l'any i la interacció entre l'any i l'espècie. Com es mostra a la figura 4, en ambdues espècies el creixement diametral ha estat superior en el tractament de selecció ($15,5 \pm 0,9\%$) respecte al control ($11,3 \pm 0,4\%$) i a les zones orientades al nord ($15,4 \pm 1,1\%$) respecte a aquelles que tenen orientació sud ($12,7 \pm 0,5\%$) (figura 5). El creixement diametral de les alzines i dels roures ha disminuït any rere any (figura 6). La interacció del factor any amb l'espècie mostra que tot i que les dues espècies han reduït el seu creixement diametral amb els anys, les diferències entre anys són més grans en el cas del roure, de manera que el 2004 el roure tenia un creixement diametral superior a l'alzina, el 2005 ambdues espècies tenien creixements similars i el 2006 l'alzina tenia un creixement superior al roure (figura 7).

Taula 6. Resultats de l'ANOVA de l'efecte de l'espècie (roure, alzina), tractament (selecció, control), orientació de la finca (nord, sud) i any (2004, 2005 i 2006) en el creixement en diàmetre dels rebrots. S'hi indica el valor de l'F de Fischer (F) i de la probabilitat (p)

Factor	F	p
Espècie	0,1	0,809
Tractament	22,0	<0,001
Orientació	10,4	0,002
Espècie × tractament	0,8	0,387
Espècie × orientació	0,3	0,582
Tractament × orientació	3,0	0,083
Espècie × tractament × orientació	0,0	0,875
Any	23,3	<0,001
Any × espècie	5,4	0,005
Any × tractament	0,5	0,629
Any × orientació	0,7	0,510

Figura 4. Mitjana \pm error estàndard del creixement relatiu en diàmetre en els rebrots d'alzina i de roure segons el tractament (control, selecció)

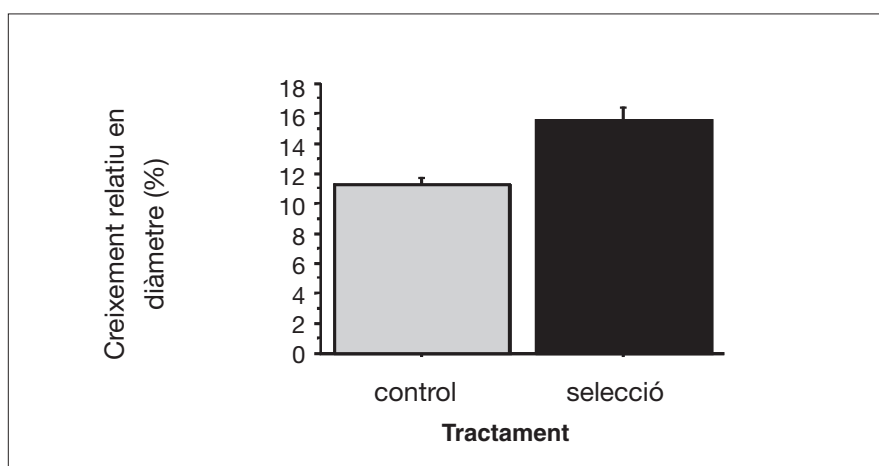


Figura 5. Mitjana \pm error estàndard del creixement relatiu en diàmetre en els rebrots d'alzina i de roure segons l'orientació (nord, sud)

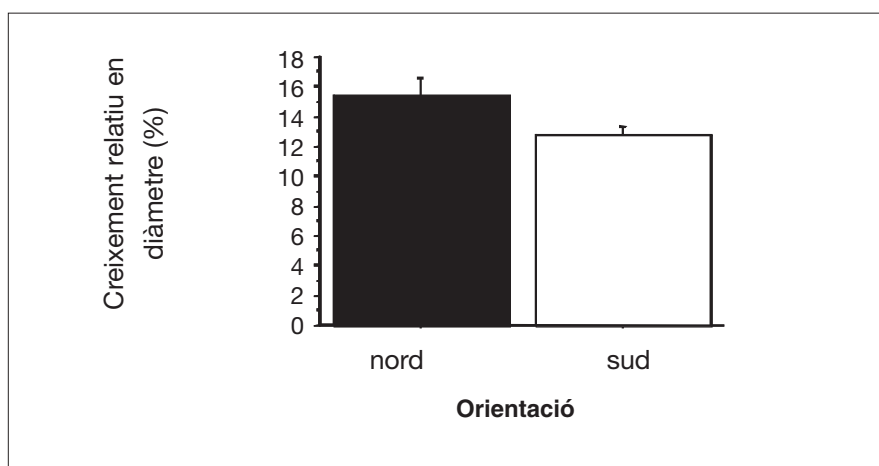


Figura 6. Mitjana \pm error estàndard del creixement relatiu en diàmetre en els rebrots d'alzina i de roure segons l'any

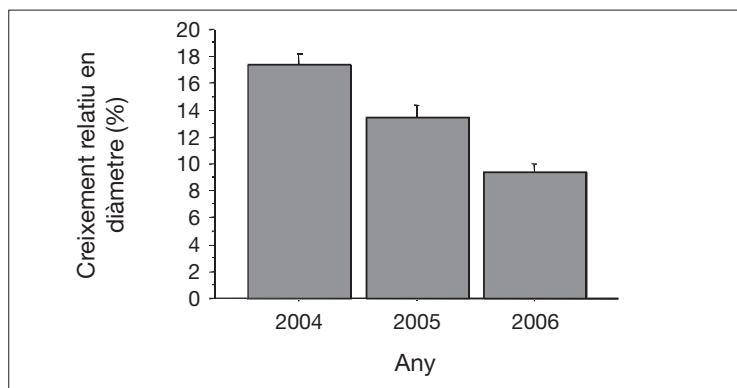
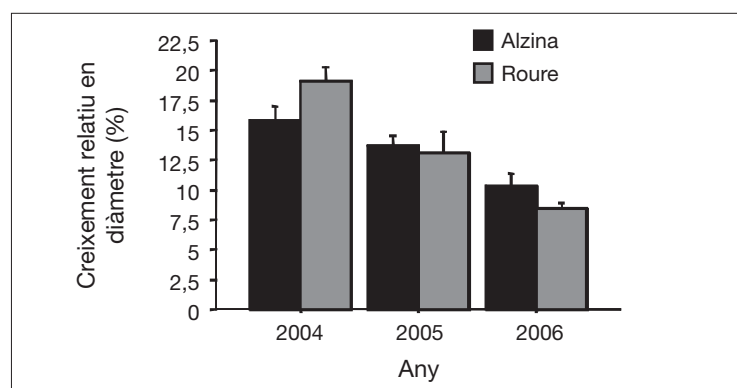


Figura 7. Mitjana \pm error estàndard del creixement relatiu en diàmetre segons l'espècie (roure, alzina) i l'any (2004, 2005 i 2006)



2. Producció de nous rebrots

A la taula 7 s'indica el percentatge d'individus amb nous rebrots (en aquest cas amb diàmetre basal entre 0 i 1 cm, per poder comparar entre tractaments) en les dues espècies l'any 2006 segons el tractament (selecció, control) i l'orientació de la finca (nord, sud). En les dues espècies l'any 2006 més de la meitat dels individus amb rebrots seleccionats mantenen nous rebrots, essent aquest nombre superior en l'alzina (taula 7). La producció de nous rebrots (en aquest cas entre 1 i 2 cm de diàmetre basal) també sobrepassa el 50% dels arbres (taula 8).

Taula 7. Mitjana del percentatge del nombre d'individus en els quals el 2006 s'observava una producció de nous rebrots segons l'espècie (roure, alzina), el tractament (selecció, control) i l'orientació de la zona (nord, sud)

	Nord		Sud	
	Control	Selecció	Control	Selecció
Roure	80,0	0	51,2	53,8
Alzina	53,3	73,3	72,7	57,5

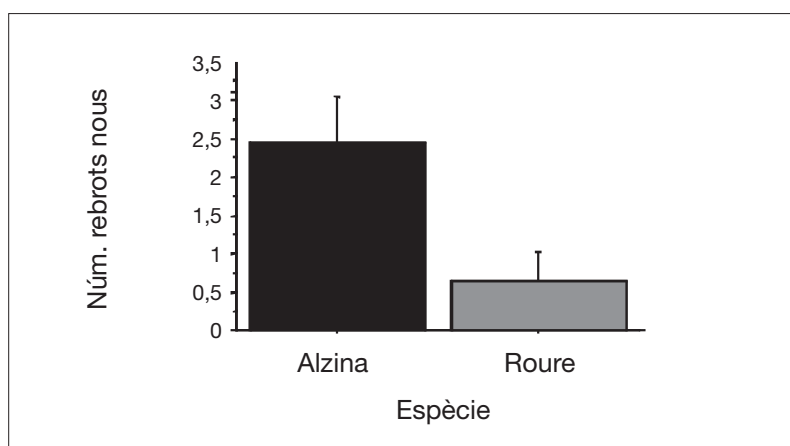
El nombre de nous rebrots (diàmetre basal > 1 cm) i el diàmetre mitjà dels rebrots amb un diàmetre basal superior a 2 cm l'any 2006 es mostra a la taula 8.

Taula 8. Mitjana \pm desviació típica del nombre de nous rebrots (superiors a 1 cm de diàmetre basal) de roure i d'alzina i del diàmetre dels rebrots amb un diàmetre basal > 2 cm l'any 2006 a les parcel·les gestionades de les dues finques mostrejades

Finca	Espècie	Nombre mitjà	Diàmetre basal (cm)
El Raurell	Roure	1,1 \pm 1,5	2,6 \pm 0,6
	Alzina	1,1 \pm 1,1	2,6 \pm 0,6
Cal Pairot	Roure	0,7 \pm 1,4	2,3 \pm 0,0
	Alzina	2,6 \pm 3,3	2,3 \pm 2,3

La comparació de la producció de nous rebrots en els tractaments de selecció en el roure i l'alzina segons l'orientació mostra diferències significatives entre les dues espècies ($F = 8,4$, $p = 0,045$) amb un major nombre de nous rebrots en l'alzina que en el roure (figura 8, taula 9), encara que tenen diàmetres similars; no hi ha diferències segons l'orientació ($F = 0,1$, $p = 0,774$) ni efecte de la interacció entre espècie i orientació ($F = 1,8$, $p = 0,248$).

Figura 8. Mitjana \pm error estàndard del nombre de rebrots nous (> 1 cm de diàmetre basal) de l'alzina i del roure a les parcel·les on s'ha fet selecció



3. Producció d'agllans

A la taula 9 es mostra el percentatge d'individus que han produït agllans en els tractaments de selecció i de control a les diferents finques supervisades, mentre que a la taula 10 s'indica el nombre mitjà d'agllans per quatre branques de l'individu agafades a l'atzar. En línies generals, el nombre de roures i d'alzines amb agllans s'ha incrementat respecte al 2004 i 2005, de manera que el 2006 trobem el percentatge d'individus productors més gran en tots els casos (espècie, finca i tractament) des que es fa aquest seguiment. De manera general, excepte a les parcel·les control del Raurell, el percentatge d'alzines productores és superior al de roures. Quant al tractament aplicat, tendeix a mantenir-se un major nombre d'individus productors d'agllans a les zones on s'ha efectuat una reservació de rebrots. Pel que fa al nombre mitjà d'agllans produïts per quatre branques en cada individu, ha estat més alt que l'any 2005 en la gran majoria dels casos per a la finca del Raurell i més baix per a la finca de Cal Pairot. En general, sembla que la producció

és superior l'any 2006 a les zones reservades, patró que no és tan clar els dos anys anteriors.

Taula 9. Percentatge d'individus de roure i d'alzina amb aglans els anys 2004, 2005 i 2006 en els tractaments de control i de selecció a cadascuna de les finques monitoritzades

Percentatge d'individus amb fruit							
Finca	Espècie	Control			Selecció		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
El Raurell	Roure	38%	33%	43%	35%	24%	44%
	Alzina	36%	31%	55%	65%	32%	80%
Cal Pairot	Roure	3%	17%	20%	0%	23%	31%
	Alzina	23%	22%	43%	30%	20%	50%

Taula 10. Nombre de fruits per quatre branques (mitjana \pm desviació estàndard) dels roures i les alzines amb fruits a cadascuna de les quatre finques en els tractaments de selecció de rebrots i de control els anys 2004, 2005 i 2006

Finca	Espècie	Control			Selecció		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
El Raurell	Roure	12,7 \pm 10,8	17,5 \pm 6,9	21,0 \pm 23,0	12,3 \pm 9,2	25,4 \pm 4,5	38,2 \pm 49,7
	Alzina	15,2 \pm 14,1	15,3 \pm 3,4	14,2 \pm 10,1	12,4 \pm 14,9	10,0 \pm 3,1	28,0 \pm 31,6
Cal Pairot	Roure	9,0 \pm 0,0	17,5 \pm 7,6	13,1 \pm 10,5	0,0 \pm 0,0	25,4 \pm 5,8	13,3 \pm 5,3
	Alzina	4,4 \pm 4,2	21,4 \pm 4,8	13,5 \pm 5,0	15,6 \pm 16,9	9,0 \pm 2,2	21,5 \pm 20,0

A la taula 11 es mostra el percentatge d'arbres amb aglans segons l'orientació. S'observa com el percentatge d'arbres productors d'aglans l'any 2006 és molt superior a les parcel·les que es troben al sud que les del nord, tant per als roures com per a les alzines, i és superior també el percentatge en el cas de les alzines.

Taula 11. Percentatge d'individus de roure i d'alzina amb aglans l'any 2006 segons l'orientació a la finca de Cal Pairot

	Nord	Sud
Roure	6,7	44,8
Alzina	20,0	73,3

Conclusions

La comparació del creixement en diàmetre dels rebrots de roure i d'alzina continuen confirmant el 2006 algunes de les observacions fetes els anys anteriors (2004 i 2005), com ara el major creixement diametral dels individus reservats d'ambdues espècies. En canvi, el major creixement observat l'any 2004 en el roure en comparació amb l'alzina, que ja s'havia reduït notablement el 2005 igualant-se el resultat entre ambdues espècies,

s'ha invertit, de manera que el 2006 el creixement diametral és més gran en l'alzina. En ambdues espècies el creixement ha estat més gran a les zones amb orientació nord respecte a les finques orientades al sud, tal com succeïa ja l'any anterior. La comparació dels tres anys de seguiment (2004, 2005 i 2006) mostra en ambdues espècies un menor creixement l'any 2006 respecte al 2005, i el 2005 respecte al 2004, i aquesta disminució del creixement amb els anys és més gran en el cas del roure. Aquesta disminució seria atribuïble a la important sequera registrada als dos darrers anys, i que el potencial de creixement tendeix a minvar amb l'edat.

La producció de nous rebrots és un element important que cal valorar, ja que pot comprometre els objectius de la reservació. Després de l'aclarida es va observar l'any 2004 una nova producció de rebrots tant en l'alzina com en el roure, i es podria explicar per la presència d'un banc de gemmes més nombrós al coll de l'arrel en la primera espècie. L'any 2005 no es va incrementar el nombre d'individus amb nous rebrots, essent el seu nombre encara superior en l'alzina en comparació amb el roure. L'any 2006 el nombre d'individus amb nous rebrots sembla que ha disminuït, possiblement a causa de la mortalitat d'alguns d'aquests nous rebrots per competència i efecte de la sequera; malgrat això, i encara que amb un patró no tan clar com els anys anteriors, l'alzina presenta un percentatge superior d'individus amb nous rebrots i més nombre de rebrots per arbre que el roure.

A pesar de la curta edat de les alzines i dels roures mostrejats, s'ha observat una producció d'agllans en alguns individus que l'any 2006 ha patit un augment molt important. Aquest fet es pot considerar de gran importància per a la regeneració (sexual) d'aquests boscos i la seva progressiva conversió, a mitjà-llarg termini, a una estructura de «boscos mitjans o alts». El percentatge d'aquests individus reproductors és generalment més gran en l'alzina que en el roure i en els peus seleccionats respecte als de control, a pesar que en alguns casos la contranyada (variabilitat interanual en la producció de fruits) d'aquestes espècies ha fet que, als llocs on es va observar una major quantitat d'individus reproductors els anys 2004 i 2005, el 2006 la seva presència hagi estat menor. Independentment del nombre d'individus reproductors, la quantitat d'agllans produïda per individu s'ha incrementat l'any 2006 respecte al 2005 en alguns casos. La producció d'agllans no és superior en alguna espècie segons un patró clar, depèn de la zona i del tractament. El percentatge d'arbres productors és superior a les zones orientades al sud que al nord, possiblement a causa de la major radiació que reben aquestes zones. En ambdues espècies, quan es va ponderar la producció d'agllans per la mesura de la capçada els anys 2004 i 2005, aquesta producció continuava essent superior en els individus en què es va practicar la reservació de rebrots. Aquest resultat, juntament amb les observacions sobre el creixement, és un nou argument a favor de la selecció de rebrots.

La interpretació global dels resultats obtinguts en aquest estudi l'any 2006 indica la conveniència de fer la reservació de rebrots tant en les alzines com en els roures en regeneració postincendi pels seus efectes positius en el creixement en diàmetre i producció d'agllans, especialment després de dos anys amb sequera elevada.

3. Efecte de l'aplicació d'aclarides i reservació en bosc baix de roure (*Quercus humilis*) i d'alzina (*Quercus ilex L.*) afectats per sequeres extremes

Introducció

La recurrència de sequeres extremes és una de les majors perturbacions potencials associades al canvi climàtic en àmplies zones de clima mediterrani. En aquest sentit, l'estudi dels efectes de sequeres recents pot contribuir a dissenyar estratègies per mitigar els efectes d'aquestes perturbacions. L'any 2003 es va produir una forta sequera a tota la conca mediterrània que va afectar especialment diferents zones boscoses de Catalunya. Aquesta perturbació es va materialitzar en l'aparició d'amplis processos de defoliació i secada en alzinars muntanyesos de Catalunya —d'alta densitat (arbòria i arbustiva) i passats de torn— bàsicament dominats pel roure martinenc (*Quercus humilis*) i l'alzina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*). Durant l'any 2005 els episodis de sequera es van repetir, tot i que amb una intensitat menor. D'aquesta manera, la mortalitat induïda per aquest fenomen va provocar un augment de la necromassa en peus la qual pot incrementar el risc d'incendi i la invasió d'una gran quantitat d'espècies oportunistes. Per evitar-ho i afavorir la regeneració del bosc, a la tardor de 2005 es va començar a fer una sèrie de tractaments silvícoles a tres finques del municipi de Sant Pere de Torelló amb un grau d'afectació diferent: baix (Pedroses), mitjà (el Castell) i sever (Vinyeta). Els treballs es basaven en la tallada dels peus secs i la selecció de rebrots, deixant un sol rebrot per soca, en aquells individus rebrotats o no afectats per la sequera. D'aquesta manera, es pretenia reduir la densitat de peus morts: disminuir l'acumulació de necromassa en el rodal, permetre un millor creixement dels vius (disminució de la interferència) i estimular la rebrotada.

Els objectius principals d'aquest estudi han estat, en primer lloc, avaluar l'impacte ecològic dels episodis de sequera de 2003 i 2005 en l'estructura i la dinàmica dels boscos afectats i, en segon lloc, valorar la resposta dels alzinars als tractaments aplicats segons la intensitat d'afectació per la sequera. Per complir el primer objectiu, s'ha quantificat la mortalitat d'alzines segons la mida i la intensitat de sequera; quant al segon objectiu, s'ha centrat a valorar a les parcel·les en què es van fer aclarides i reservacions l'estructura de l'estrat arbòria (recobriment, densitat, àrea basal i diàmetres), la dinàmica de l'estrat arbustiu (alçada, recobriment i diversitat) i el vigor de la rebrotada (nombre de rebrots, alçada i diàmetre). També s'ha estimat la quantitat de restes de tala a les parcel·les on s'ha aplicat els tractaments.

Material i mètodes

Per fer el seguiment, durant la primavera i l'estiu de 2006 s'han instal·lat un total de setze parcel·les a tres finques afectades per la sequera (taula 12): vuit a zones no tractades (dos a Vinyeta, tres a Castell i tres a Pedroses) i vuit a zones on es va efectuar la selecció de rebrots (dos a Vinyeta, tres a Castell i tres a Pedroses).

Taula 12. Característiques de les tres finques en què es van aplicar els tractaments silvícoles

FINCA	Àrea (ha)	àrea talada (ha)	Alçada (m)		Orientació	Pendent (%)
			Màx.	Mín.		
Vinyeta	177,65	0,5569	800	777	S	35-40
Pedroses	47,27	0,5787	797	743	S-SE	15-35
Castell	185,68	1,2805	842	792	SE-SO	25-50

Les parcel·les en les quals no es van dur a terme els tractaments s'han situat a zones d'orografia i orientació similars a les parcel·les de les zones tractades. Per tal de tenir uns valors orientatius de la quantitat d'arbres secs i la seva mida, s'ha mesurat els diàmetres de vuitanta individus (diàmetre normal, a 1,30 m d'alçada) seleccionats aleatòriament i distingint si es tractava d'un arbre sec, mig viu o viu (figura 9). També s'ha determinat si hi ha hagut rebrotada o no i quin tipus de rebrotada hi ha hagut (no rebrotats, rebrotats de soca, de capçada o bé de soca i capçada), com també l'alçada del rebrot dominant de cada individu mesurat. A partir d'aquests valors s'ha obtingut el percentatge d'individus secs, morts i de peus secs a més del diàmetre equivalent i el diàmetre mitjà de peus. Per determinar l'estrat arbustiu s'han fet transectes per a la caracterització del sotabosc mesurant quines espècies es trobaven i quina alçada tenien.

Les parcel·les a les quals s'havia aplicat la selecció de rebrots s'han delimitat prenent una forma circular de 7-10 m de radi. Per avaluar l'aspecte arbori segons el tractament, s'ha marcat els diferents individus de la parcel·la, diferenciant-los entre soques i individus drets. Seguidament s'ha fet un recompte dels nous rebrots per individu i se n'ha mesurat l'alçada, el diàmetre basal del més alt, com també els diàmetres i les alçades mitjanes. Per obtenir dades sobre l'aspecte del sotabosc, s'han fet quatre transectes de 10 m en els quals s'ha mesurat l'espècie (o espècies) i l'alçada. Finalment, per determinar la quantitat de restes de tala s'han delimitat quatre parcel·les quadrades d'1 m de costat. Totes les restes de tala que es trobaven dins de les parcel·les s'han extret i s'han pesat posteriorment amb l'ajut d'un dinamòmetre.

Les finques estudiades presentaven diferents graus d'afectació. Encara que a simple vista ja es podia estimar si el grau d'afectació de la finca era sever, mitjà o baix, es va relacionar aquest fet amb les característiques orogràfiques i edàfiques comentades a la taula 13 i particulars de cada parcel·la.

Taula 13. Intensitat de la seca a cada finca fent referència a factors edàfics i orogràfics. Cada variable pot tenir una incidència baixa (-), mitjana (+) o severa (++) a la seca. D'acord amb aquests resultats s'estableix el grau d'afectació total per a cada finca

FINCA	Afloraments rocosos	Pendent	Altitud	Orientació	Intensitat seca
Pedroses	-	-	-	-	Baixa
Castell	+	+	++	+	Mitjana
Vinyeta	++	++	+	+	Severa

Les característiques de la tala s'han calculat a partir del percentatge de peus, individus tallats respecte al total i l'àrea basal tallada (m^2/ha) respecte a l'àrea basal inicial. Per comparar els efectes del tractament s'han analitzat diverses variables abans i després del tractament: el recobriment arbori, el diàmetre mitjà dels peus (cm), la densitat i l'àrea basal (m^2/ha) anterior i posterior a més de fer les distribucions diamètriques pertinents. Les dades de sotabosc en ambdues zones s'han basat en la diversitat (mitjançant el càlcul de la riquesa, l'índex de Shannon i l'equitativitat), l'alçada del sotabosc i el recobriment general. Pel que fa a la quantificació de les restes de tallada a més de l'alçada i el recobriment se n'ha calculat el pes i el volum.

Per comparar les dades en les diferents zones de mostreig s'han utilitzat els tests estadístics idonis en cada cas. L'anàlisi de la variància (ANOVA) ha estat un dels tests més utilitzats per comparar la majoria de variables. Però hi ha dues excepcions. Per avaluar el tipus de rebrotada segons la zona, s'ha elaborat una taula de contingència a partir de la qual s'ha fet el test de la χ^2 . Per comparar el nombre de rebrots amb l'àrea basimètrica de l'individu, s'ha efectuat una regressió lineal simple per a cada intensitat d'afectació de la seca (baixa, mitjana o severa).

Resultats

1. Impacte de la sequera sobre l'alzinar

En el conjunt de la serra de Bellmunt la seca d'alzines ha estat del $27,35 \pm 9,21\%$ dels individus, amb un percentatge de peus afectats del $33,86 \pm 9,21\%$ i una mitjana de mortalitat del $3,91 \pm 1,80\%$. Així mateix, els valors han estat molt variables a les tres zones d'afectació diferent.

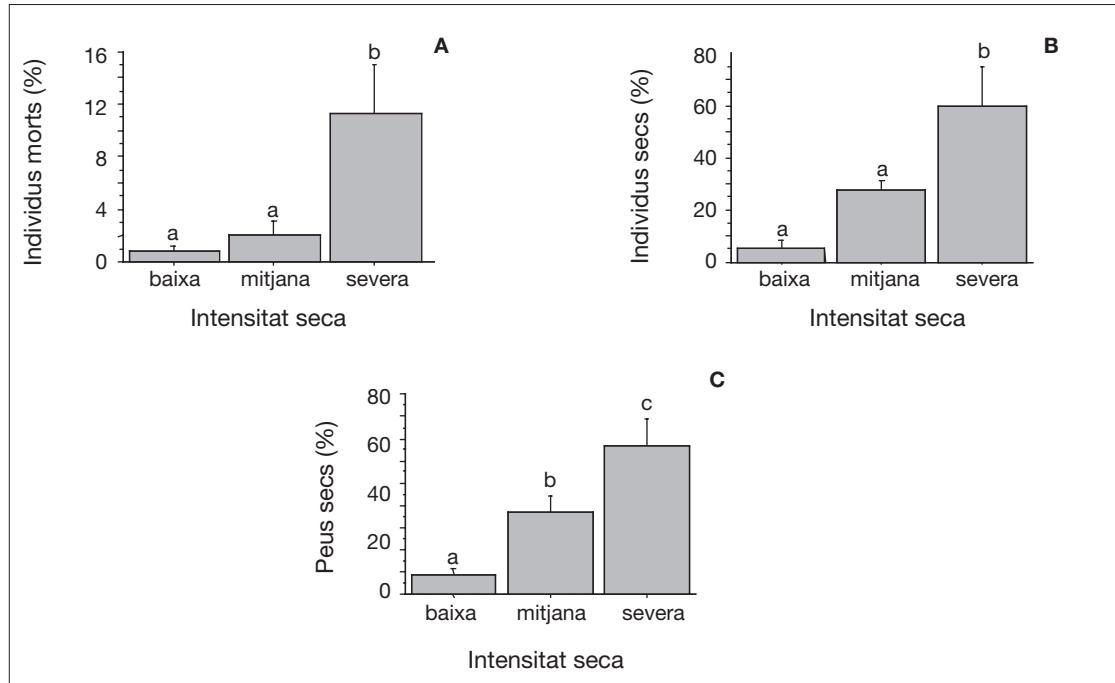
El percentatge d'individus morts, secs i de peus secs presenta diferències significatives segons la intensitat de la seca; en canvi, no hi ha hagut diferències respecte al percentatge d'individus mig vius (taula 14). Així doncs, la finca afectada més severament (Vinyeta) presenta un major percentatge d'individus morts i secs respecte a les zones d'afectació mitjana i baixa que assoleixen uns valors similars (figura 9a i 9b). Quant al percentatge de peus secs, s'han observat diferències entre totes tres finques, essent la més afectada la que presenta més peus secs, seguida de la d'afectació mitjana i finalment de la d'afectació baixa (figura 9c).

Taula 14. Anàlisi de la variància del percentatge d'individus morts, secs, mig vius i de peus secs respecte a la intensitat de la seca, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor.

Coefficient de variació $p = 0,05$

Factor	Individus morts (%)		Individus secs (%)		Individus mig vius (%)		Peus secs (%)	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	10,01	0,0179	15,18	0,0075	5,01	0,0638	17,69	0,0054

Figura 9. Gràfics de la mitjana \pm l'error estàndard dels efectes de la seca d'acord amb la seva intensitat, baixa (Pedroses), mitjana (Castell) i severa (Vinyeta), sobre: a) percentatge d'individus morts, b) percentatge d'individus secs, i c) percentatge de peus secs. Les lletres diferents indiquen diferències significatives

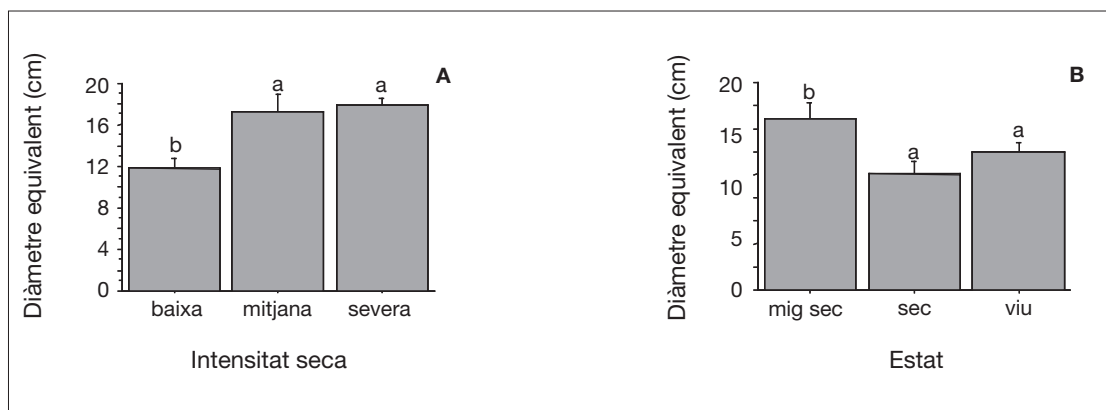


Es pot pensar que el diàmetre dels diferents individus, com també dels peus, pot influir en els efectes comentats de la seca. Així, s'ha fet una anàlisi de la variància de dos factors (la intensitat de la seca i l'estat de les alzines segons el diàmetre) observant que hi ha diferències significatives entre els diàmetres equivalents de les zones afectades amb una intensitat diferent i entre els diàmetres equivalents dels individus amb un estat diferent, mentre que no s'observen diferències entre la interacció d'ambdós factors (taula 15). Per tant, a les finques afectades més intensament (Vinyeta i Castell) es troben individus de diàmetres equivalents superiors que els de la parcel·la d'intensitat més baixa (Pedroses) (figura 10a). Quant als diàmetres segons l'estat de l'individu, s'observa que les alzines que tenen un diàmetre superior són aquelles que estan mig seques, és a dir, que tenen peus vius i secs, i que les alzines completament seques presenten diàmetres similars als de les vives (figura 10b).

Taula 15. Anàlisi de la variància de dos factors, del diàmetre equivalent (cm), el diàmetre dels peus (cm) i el nombre de peus per individu respecte a la intensitat de la seca, l'estat i la interacció estat-intensitat, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació $p = 0,05$

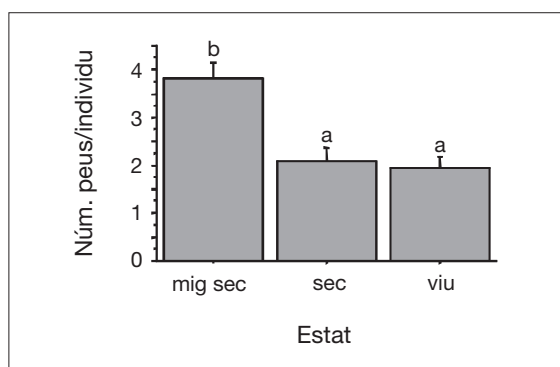
Factor	Diàmetre equivalent (cm)		Diàmetre peus (cm)		Núm. de peus	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	15,05	0,0003	10,04	0,0041	3,26	0,0669
Estat	9,60	0,0021	12,75	0,0051	15,10	0,0003
Estat-intensitat seca	1,41	0,2793	1,59	0,2513	1,91	0,1613

Figura 10. Gràfics de la mitjana \pm l'error del diàmetre equivalent (cm) segons: a) la intensitat de la seca a la zona on es troben, i b) l'estat dels individus. Les diferents lletres indiquen diferències significatives



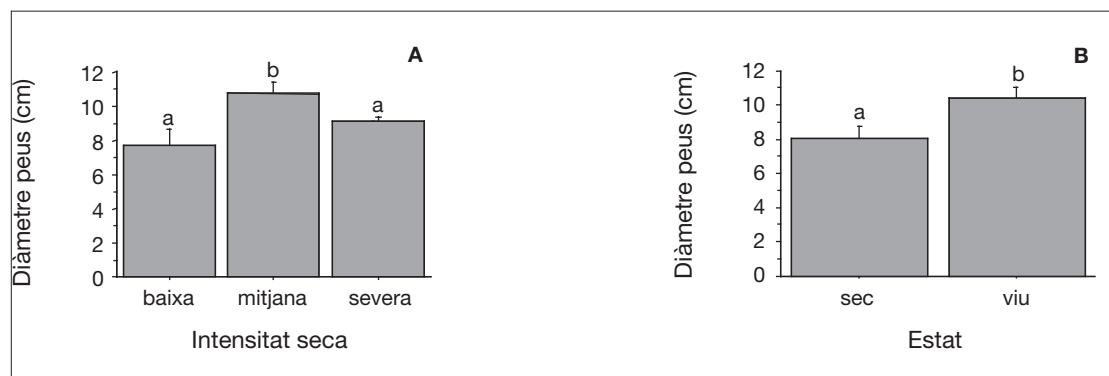
Per entendre la importància del diàmetre equivalent en l'estat de l'individu ens hem de fixar en el nombre de peus per individu. Així, s'ha fet una anàlisi de la variància d'aquesta variable respecte a les variables independents (estat i intensitat) i s'ha observat que el nombre de peus varia únicament segons l'estat de l'individu, essent més gran en els individus mig secs (taula 15, figura 11).

Figura 11. Gràfic de la mitjana \pm l'error estàndard del nombre de peus per individu segons l'estat dels individus. Les lletres diferents indiquen diferències significatives



Quant a la mitjana diametral dels diversos peus, s'han observat diferències significatives pel que fa a la intensitat i l'estat, però no respecte a la interacció (taula 15). Pel que fa als canvis segons la intensitat, s'ha observat que les finques afectades més severament tendeixen a presentar diàmetres superiors (figura 12a). D'altra banda, els peus secs presenten un diàmetre significativament inferior que els vius (figura 12b).

Figura 12. Gràfic de la mitjana \pm l'error estàndard del diàmetre dels peus (cm) segons: a) la intensitat de la seca, i b) l'estat dels peus. Les lletres diferents indiquen diferències significatives



La rebrotada a les parcel·les d'estudi ha estat de soca o bé de soca i capçada. Els individus que només han rebrotat de capçada (un parell a la finca de Pedroses) han estat tan escassos que no s'han tingut en compte en fer l'anàlisi estadística. Així, tal com es mostra a la taula 16, a les tres zones hi ha hagut un major percentatge d'individus rebrotats únicament de soca que de soca i capçada (entre cinquanta i setanta enfront del 30 i 50%, respectivament).

Taula 16. Percentatge mitjà d'individus que rebroten de soca i de soca+capçada respecte a la rebrotada total segons la intensitat de la zona on es trobin

Intensitat seca	Soca+capçada (%)	Soca (%)
Baixa	32,32 \pm 18,38	67,68 \pm 18,38
Mitjana	47,43 \pm 11,88	52,57 \pm 11,88
Severa	34,39 \pm 6,09	65,61 \pm 6,09
Mitjana	38,05 \pm 4,73	61,95 \pm 4,73

És interessant observar si s'aprecien canvis determinants entre la intensitat de la seca i el tipus de rebrot. Com que es tracta de dues variables qualitatives, s'ha fet un test de la χ^2 el qual, amb un p-valor de 0,5759 i una χ^2 d'1,10, denota que no hi ha diferències significatives entre el tipus de rebrot (de soca o bé de soca i capçada) i la intensitat de la seca. Per interpretar el tipus de rebrotada, s'han buscat les variacions segons el diàmetre de l'individu i l'alçada del rebrot més alt. Així mateix, no s'observen diferències significatives en el diàmetre dels individus ni tampoc pel que fa a l'alçada del rebrot més alt, la qual oscil·la entre els 60 i els 100 cm (taula 17).

Taula 17. Anàlisi de la variància de dos factors, del diàmetre equivalent (cm) i l'alçada del rebrot més alt (cm), respecte a la intensitat de la seca i el tipus de rebrot, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació $p = 0,05$

Factor	Diàmetre equivalent (cm)		Alçada del rebrot més alt (cm)	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	15,05	0,0200	2,29	0,1522
Tipus de rebrotada	0,01	0,9379	0,10	0,7541
Tipus rebrotada-intensitat seca	0,39	0,6887	0,17	0,8440

2. Efectes de les aclarides de plançonada en la rebrotada de l'alzina i del sotabosc

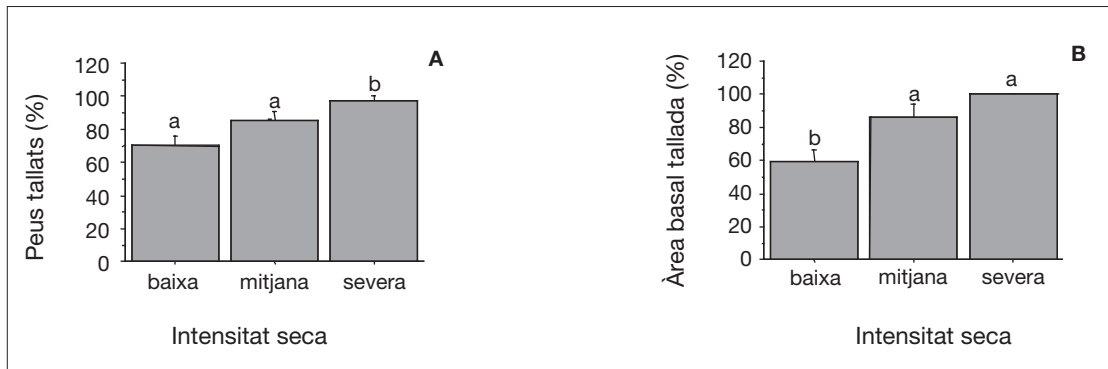
Quant als tractaments aplicats a les finques afectades, han representat una tallada del $63,20 \pm 9,56\%$ d'alzines respecte al total d'individus i un $82,89 \pm 4,82\%$ de peus respecte al total de peus, la qual cosa comporta una tallada del $79,69 \pm 7,03\%$ de l'àrea basal inicial. Els tractaments, però, no s'han aplicat amb la mateixa intensitat a totes les finques. Així, mitjançant una anàlisi de la variància de les variables anteriors segons la intensitat de la seca s'observa que tant el percentatge de peus tallats com l'àrea basal tallada presenten diferències significatives; en canvi, el percentatge d'individus tallats no canvia segons la zona (taula 18).

Taula 18. Anàlisi de la variància d'un factor dels peus tallats (%), individus tallats sencers (%) i àrea basal tallada (%) segons la intensitat de la seca, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació $p = 0,05$

Factor	Peus tallats (%)		Individus tallats sencers (%)		Àrea basal tallada (%)	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	6,26	0,0435	5,17	0,0606	8,77	0,0232

En el cas dels peus tallats, s'ha observat una certa tendència a l'augment a mesura que s'incrementa la intensitat de la seca (figura 13a). Quant a l'àrea basal tallada, s'observa que a les finques amb una seca més intensa se'ls ha tallat un percentatge més gran de l'àrea basal que no pas a la finca de baixa intensitat (figura 13b).

Figura 13. Gràfic de la mitjana \pm l'error estàndard de percentatge de: a) peus tallats, i b) àrea basal tallada, segons la intensitat de la seca. Les lletres diferents indiquen diferències significatives



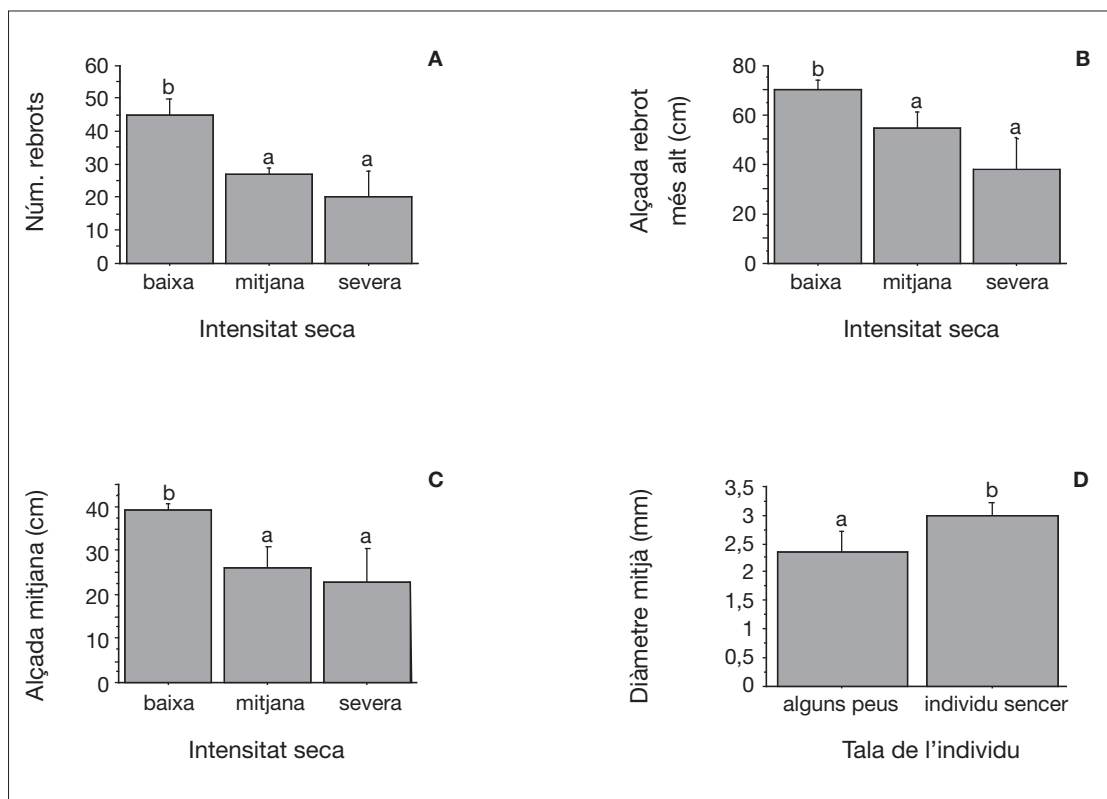
Pel que fa a la rebrotada a les parcel·les on s'han aplicat les aclarides de plançoneda, és interessant saber si la intensitat de la seca i el tipus de tala aplicada en cada alzina (tala de l'individu sencer o només d'algun peu) influeixen en les característiques de la rebrotada (nombre de rebrots, alçada mitjana i del rebrot més alt, i diàmetre mitjà i del rebrot més alt). Així, a partir de l'anàlisi de la variància amb aquests dos factors sobre les variables dependents considerades s'ha observat que el nombre de rebrots, l'alçada màxima i l'alçada mitjana presenten diferències significatives segons la intensitat de la seca, el diàmetre mitjà varia segons el tipus de tala aplicada i el diàmetre del rebrot més alt no mostra diferències significatives per a cap dels factors (taula 19).

Taula 19. Anàlisi de la variància de dos factors (la intensitat i la tala) respecte al nombre de rebrots, l'alçada del rebrot més alt (cm), el diàmetre del rebrot més alt (mm), l'alçada mitjana (cm) i el diàmetre mitjà (mm), determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació $p = 0,05$

Factor	Núm. rebrots		Alçada del rebrot més alt (cm)		Diàmetre del rebrot més alt (mm)		Alçada mitjana (cm)		Diàmetre mitjà (mm)	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	10,14	0,0039	5,58	0,0236	1,05	0,3849	5,15	0,0290	1,79	0,2167
Tala individu	2,82	0,1241	0,99	0,3440	2,48	0,1466	0,10	0,7534	5,10	0,0475
Tala-intensitat	2,39	0,1418	2,82	0,1070	2,11	0,1719	4,03	0,0519	3,48	0,0714

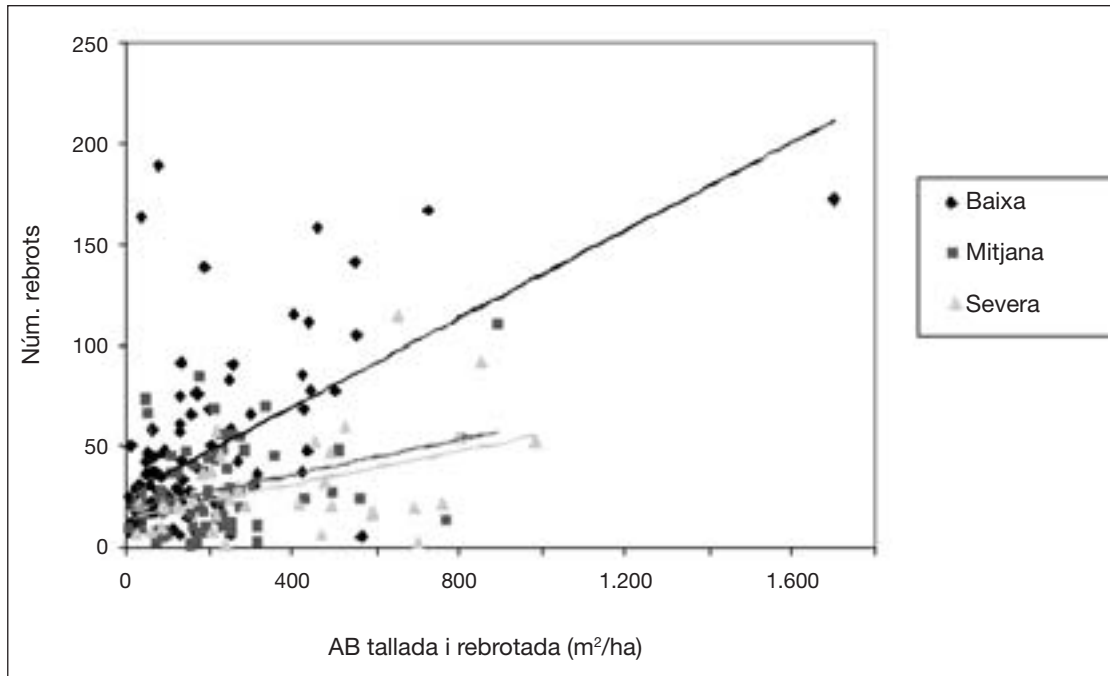
En el cas del nombre de rebrots per individu, les finques amb una afectació més intensa prenen uns valors similars i inferiors que la finca d'intensitat baixa (figura 14a). Quant a l'alçada del rebrot més alt i l'alçada mitjana, s'aprecia una tendència a minvar amb la severitat de seca (figura 14b, 14c). Finalment, el diàmetre mitjà dels valors varia segons la tala, essent superior en aquells individus els quals han estat completament tallats (no s'ha deixat cap peu dret) (figura 14d).

Figura 14. Gràfic de la mitjana \pm l'error estàndard de: a) el nombre de rebrots per individu, b) l'alçada del rebrot més alt (cm), c) l'alçada mitjana (cm) segons la intensitat de la seca, i d) el diàmetre mitjà (mm) segons la tala aplicada. Les lletres diferents indiquen diferències significatives



Per relacionar la rebrotada amb el diàmetre dels individus tallats s'ha fet una recta de regressió lineal segons la finca afectada que relacioni el nombre de rebrots amb l'àrea basimètrica de cada individu tallat i rebrotat. Tal com s'observa a la figura 15, els coeficients de determinació són moderats amb un p-valor inferior a 0,05, indicant en tots els casos que les regressions respectives són significatives. Es pot observar una tendència a l'augment del nombre de rebrots a mesura que l'àrea basimètrica tallada és més gran. La finca menys afectada és on la relació entre el nombre de rebrots i l'àrea tallada creix més ràpidament i s'assoleixen uns valors més alts; les altres dues finques presenten uns valors més baixos i unes tendències de pendent similar (figura 15).

Figura 15. Regressió entre l'àrea basimètrica tallada i rebrotada (m²/ha) i el nombre de rebrots de cada individu a les finques tractades d'intensitat baixa, mitjana i severa. Per a les finques d'intensitat baixa, núm. rebrots = 0,1089*AB + 26,444 (R² = 0,3323, p < 0,0001); a les d'intensitat mitjana, núm. rebrots = 0,0432*AB + 19,108 (R² = 0,1143, p = 0,0034) i a les d'intensitat severa, núm. rebrots = 0,0413*AB + 14,900 (R² = 0,2035, p = 0,0035)

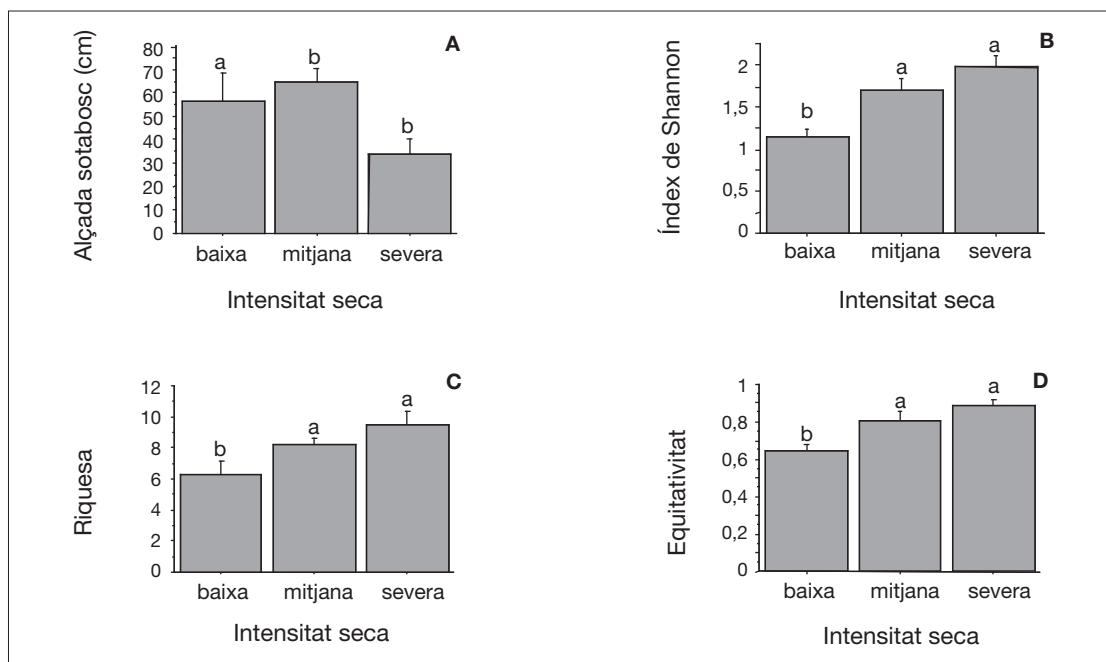


A més dels efectes sobre l'estrat arbori, la intensitat de sequera ha afectat significativament diferents característiques (alçada, diversitat, riquesa i equitativitat) del sotabosc (taula 20). Tal com es mostra a la figura 16, s'observa una menor alçada a la zona més afectada (Vinyeta), mentre que les zones amb una sequera mitjana (Castell) presenten una alçada similar a les de baixa afectació (Pedroses) (figura 16d). Quant a la diversitat d'espècies del sotabosc, tant aquesta com els seus components (riquesa i equitativitat) han estat més grans a les zones més afectades per la sequera (Castell i Vinyeta) respecte a la zona amb menys danys (Pedroses) (figura 16a, 16b i 16c).

Taula 20. Anàlisi de la variància de dos factors, la intensitat i el tractament respecte al recobriment (%), l'alçada (cm), l'índex de Shannon, la riquesa i l'equitativitat, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació p = 0,05

Factor	Recobriment (%)		Alçada (cm)		Índex de Shannon		Riquesa		Equitativitat	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	1,21	0,3389	20,65	0,0003	14,94	0,0010	7,43	0,0105	7,38	0,0107
Gestió	18,85	0,0015	64,66	< 0,0001	4,15	0,0688	10,11	0,0098	1,53	0,7037
Gestió-intensitat	2,07	0,1766	8,30	0,0075	0,68	0,5304	1,21	0,3392	0,40	0,6807

Figura 16. Gràfic de la mitjana \pm l'error estàndard de: a) l'alçada del sotabosc (cm), b) índex de Shannon, c) riquesa, i d) equitativitat segons la intensitat de la seca. Les lletres distintes indiquen diferències significatives



A totes les zones, independentment del grau de sequera, la riquesa d'espècies i la seva alçada han disminuït significativament per efecte de l'aclarida de plançonedada; en canvi, el recobriment ha augmentat i la diversitat i l'equitativitat no han canviat per efecte de la gestió.

3. Quantificació de les restes de tala

Després de fer l'anàlisi de la variància no s'ha observat diferències significatives (taula 21) en el recobriment, l'alçada, la biomassa i el volum de les restes de tala a les tres zones afectades per una diferent intensitat de sequera. A totes les zones les restes de tala representen un recobriment important del sòl, generalment més de la meitat i fins i tot en alguns casos del 80%. Tal com s'observa a la taula 22, l'alçada de les restes se situa a prop dels 30 cm sense desviacions gaire extremes. Pel que fa a la seva biomassa, pot assolir valors d'entre 15 i 35 t/ha amb un volum d'entre 600 i 1.900 m³/ha.

Taula 21. Anàlisi de la variància del recobriment (%), l'alçada (cm), la biomassa (t/ha) i el volum (m³/ha) segons la intensitat de la seca, determinada mitjançant l'F de Fisher i el p-valor. Coeficient de variació $p = 0,05$

Factor	Recobriment (%)		Alçada (cm)		Biomassa (t/ha)		Volum (m ³ /ha)	
	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor	F-valor	p-valor
Intensitat seca	3,66	0,1050	0,47	0,6525	0,68	0,5479	5,02	0,0637

Taula 22. Característiques de les restes de tala —recobriments (%), alçada (cm), biomassa (t/ha) i volum (m³/ha)— segons la intensitat de la seca com també la mitjana de totes les finques ± l'error estàndard

Intensitat seca	Recobriments (%)	Alçada (cm)	Biomassa (t/ha)	Volum (m ³ /ha)
Baixa	70,82 ± 3,03	29,43 ± 0,67	32,79 ± 12,57	1900,78 ± 104,70
Mitjana	39,79 ± 12,56	28,21 ± 1,84	22,89 ± 6,95	954,55 ± 340,63
Severa	48,75 ± 3,75	26,89 ± 3,08	15,34 ± 9,03	656,84 ± 418,45
Mitjana	53,67 ± 6,73	28,34 ± 0,94	24,72 ± 5,64	1234,96 ± 244,45

Conclusions

L'impacte de la sequera a la serra de Bellmunt es pot considerar important ja que el percentatge d'alzines seques, una mitjana del 27% a tota la serra, és superior als resultats d'altres estudis fets en alzinars de característiques semblants. A més, la variabilitat és molt més alta (valors extrems d'entre el 5 i el 60% dels individus secs), i molt més gran a les zones d'intensitat severa (Vinyeta). D'aquesta manera es constata que les zones amb uns factors orogràfics i edàfics determinats (més altitud, orientació sud-oest, pendent alt, sòls poc desenvolupats, molts afloraments rocosos) són les que presenten una afectació de seca més intensa. Pel que fa a la mortalitat, el valor mitjà de tota la serra (4% dels individus totals) s'ajusta als resultats habituals en aquest tipus d'estudis, els quals han posat en evidència que la sequera produeix una mortalitat superior a altres perturbacions com l'herbivoria o la tala, però inferior als incendis forestals. Malgrat això, l'elevada variabilitat observada a la zona fa que la mortalitat sigui especialment rellevant a les zones afectades més severament per la sequera (mortalitat de l'11% dels individus), arribant a obtenir valors similars als dels incendis forestals, la qual cosa redueix l'èxit de la rebrotada i posa en perill el manteniment de la població amb vista a sequeres posteriors.

Tot i que es contraposen a altres estudis, els nostres resultats indiquen que els individus de mida superior són els que es veuen afectats. Aquest fet pot ser degut que els individus més grans poden ser els més envellits, amb la qual cosa tenen menys capacitat per tolerar perturbacions com la sequera. D'altra banda, s'observa que, sorprenentment, els individus secs i vius tenen mides semblants i inferiors als individus mig secs, els quals presenten un nombre de peus més gran. Si ens fixem en els peus, s'observa que els més afectats sí que tenen un diàmetre inferior. Aquest fet, també constatat en altres estudis, pot indicar a nivell de soca una certa independència entre peus, amb la qual cosa cadascuna absorbiria una quantitat de recursos diferent, essent menor en les CD més petites. Així doncs, l'arquitectura de les alzines és un condicionant important pel que fa a l'afectació de la sequera i, per tant, la gestió forestal pot ser un element important per modificar l'afectació de la sequera ja que incideix directament en la forma de les alzines. D'aquesta manera, sembla que una bona opció de gestió seria deixar individus amb uns quants peus i diàmetres moderats, ja que, en conjunt, són els que han assolit una supervivència superior.

Respecte a la rebrotada, s'ha observat que la major part de la rebrotada ha estat de soca (taula 18). Així mateix, també cal denotar una important, tot i que inferior, proporció de rebrots de soca i capçada. Encara que el tipus de rebrotada hauria de ser determinat per la intensitat de la seca i la mida de l'individu (diàmetre), no hem pogut trobar evidències d'aquest fet. Tampoc no s'han apreciat diferències entre el tipus de rebrotada i l'alçada del rebrot més alt, la qual cosa sustenta els resultats obtinguts en altres estudis que han observat que l'alçada dels rebrots no és tan determinada per la disponibilitat de recursos sinó per altres factors, com per exemple la quantitat de llum.

La gestió forestal realitzada (tallada d'arbres majoritàriament secs) ha disminuït la densitat, l'àrea basal i el recobriment a les diferents zones. D'aquesta manera, s'observa una tendència a una major aclarida de plançonada de peus a les zones afectades més severament ja que hi havia una quantitat més gran de peus secs que es van extreure. La reducció de densitats ha estat condicionada per la classe diamètrica dels diferents peus. D'aquesta manera s'han retirat aquells peus passats de torn ($CD > 20$) a totes les finques, reduint així un factor de predisposició a futures seques. A la finca de baixa intensitat de seca la densitat s'ha reduït a unes proporcions similars per a cada classe diamètrica (més o menys un 50%), talant tant alzines seques com vives. D'aquesta manera s'aconsegueix disminuir l'enorme densitat que provocava un estancament del desenvolupament del bosc i una forta competència entre les diferents espècies de sotabosc i els mateixos individus d'alzina. En el cas de la finca de Vinyeta, afectada més severament per la sequera, la densitat de peus deixats és tan baixa i de CD tan petites que les poques alzines vives que hi han quedat dretes poden patir problemes d'estabilitat enfront de temporals com nevades i ventades i aquest fet dificulta el manteniment de la població en les possibles seques futures.

Quant a la rebrotada, ha estat més eficient a les zones de baixa intensitat de la seca, a les quals s'observa un nombre més gran de rebrots amb una alçada superior (mitjana i màxima) que a les altres zones (amb sòls menys desenvolupats amb més afloraments). En aquest cas es torna a posar de manifest la importància dels factors edàfics i la seva relació amb la intensitat de la seca com a condicionants de la capacitat de rebrotada. El nombre de rebrots, al seu torn, depèn de la mida dels individus tallats, de manera que aquells que tenen una àrea basimètrica més gran presenten un major nombre de rebrots, ja que disposen d'una soca més gran la qual pot acumular més reserves. El fet que el nombre de rebrots i la densitat de peus de CD gran siguin superiors a les zones amb una intensitat de seca menor fa que, en cas d'un nou episodi de sequera, es puguin incrementar les diferències d'afectació entre zones, essent les d'intensitat severa les més danyades i viceversa. Pel que fa a l'alçada, val a dir que a les finques afectades més intensament, a més dels factors edàfics i orogràfics pertinents, s'hi practica el pasturatge boví, per tant l'alçada dels rebrots és molt inferior. Aquest pasturatge pot provocar un retard en el creixement dels peus, en dificulta la transició a l'edat adulta i la regeneració de l'alzinar abans d'un nou episodi de sequera a més de retroalimentar l'efecte negatiu, ja que els rebrots estaran exposats durant més temps a l'alçada del bestiar. Quant als diàmetres, tant els màxims, entre 3 i 8 mm, com els mitjans, entre 2 i 3 mm, són inferiors a 1 cm, la qual cosa és habitual al primer i al segon any després de la pertorbació. Aquests diàmetres són similars independentment de la seca i dels tractaments efectuats, ja que els primers anys de vida el creixement es dona en alçada, no pas en diàmetre.

Com és evident, la sequera ha tingut un gran efecte sobre l'estructura vertical del bosc ja que s'ha reduït la quantitat de biomassa arbòria (recobriment) per causa de la seca de les capçades dels arbres. Així, a la finca de baixa intensitat de seca hi ha una densitat arbòria més gran que dificulta l'establiment d'espècies molt diferents, per la qual cosa disminueix la diversitat (riquesa, equitativitat i índex de Shannon) de la zona. En canvi, a la finca afectada més intensament s'observa una presència més rellevant d'espècies heliòfiles de baixa alçada (p. ex., *Cistus* sp., *Thymus vulgaris*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*) i amb elles una major diversitat a causa de la disminució de la frondositat de les capçades. L'elevada diversitat i les baixes alçades poden comportar una futura substitució dels alzinars per matolls, ja que disposen d'espècies més resistents als episodis de sequera. A les zones on s'ha aplicat els tractaments l'alçada del sotabosc ha disminuït, com també la riquesa. Aquest fet és degut que moltes d'aquestes espècies dificultaven els treballs silvícoles o bé havien estat afectades també per la seca, amb la qual cosa es van estassar, malgrat que tota la diversitat es conserva a causa del manteniment de la representativitat. S'observa que la finca menys afectada per la seca presenta una major disminució de l'alçada per causa de la gran densitat de sotabosc que presentava abans de la tala, la qual s'ha hagut de reduir intensament per aconseguir un ambient favorable per a la regeneració.

D'altra banda, cal destacar que tot i que les estructures arbòries de les zones estudiades són molt diferents, no s'observen diferències significatives en la quantitat de restes entre zones. Aquest fet és degut que a les zones menys afectades s'han tallat menys peus a pesar que aquests peus eren de CD més grans i, en canvi, a les zones més afectades la tala ha estat més intensa sobre individus de CD menors.

Integrant tots els resultats obtinguts s'ha vist que la severitat de la sequera es veu condicionada pels factors locals (edafologia, orografia, tipus de bosc), l'arquitectura de l'alzina (nombre de peus per individu) i les mides dels peus i dels individus. Al mateix temps la sequera actua sobre l'aspecte del bosc (en disminueix la densitat i el recobriment) i afecta la mateixa arquitectura de l'alzina (disminució de peus), la rebrotada (més gran a zones menys seques) i l'estrat arbustiu (aparició de nous tipus d'espècies). Quant a la gestió (aclarida de plançonada), ha tingut efectes diferents segons la severitat de seca de la zona, de manera que a les zones més afectades s'ha produït una menor rebrotada.

La Diputació de Barcelona és una institució de govern local que treballa conjuntament amb els ajuntaments per impulsar el progrés i el benestar de la ciutadania.

La col·lecció Documents de Treball facilita als agents i gestors del món local documentació actualitzada per contribuir a la millora en la gestió de les polítiques públiques locals.

En aquest sentit, l'Àrea d'Espais Naturals, a través de l'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals, amb estreta col·laboració amb els ajuntaments i les associacions de propietaris forestals, dissenya, des de fa gairebé una dècada, estratègies per a la gestió i millora dels terrenys forestals de la província de Barcelona, tant els afectats per incendis forestals com els boscos adults.

Aquesta publicació recull les propostes i els models silvícoles de les principals formacions boscoses de la província situades en terrenys de titularitat privada, que es van presentar i debatre en el Simposi de silvicultura mediterrània en boscos privats, amb un objectiu principal: promoure i impulsar la gestió dels boscos de propietat particular.

Diputació de Barcelona
Àrea d'Espais Naturals
Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals
Comte d'Urgell, 187. Edifici del Rellotge
08036 Barcelona
Tel. 934 022 614 · Fax 934 022 616
ot.prevencioif@diba.cat
www.diba.cat/incendis

ISBN 978-84-9803-271-0

