

75
Anys



CONSORCI FORESTAL
DE CATALUNYA
Sumant persones,
bosc i territori



12 ABRIL – 31 MAIG
2024



41

JORNADES
TÈCNIQUES
SILVÍCOLES
EMILI GAROLERA

Edita: Consorci Forestal de Catalunya

Coordinació de les jornades:

Josep M. Tusell - Enginyer de Forests, CFC
Berta Alcalde - Tècnica Forestal, CFC
Eduard Busquets - Enginyer Forestal, CTFC

Coordinació del llibre:

Josep M. Tusell - Enginyer de Forests, CFC
Berta Alcalde - Tècnica Forestal, CFC
Eduard Busquets - Enginyer Forestal, CTFC

Disseny i maquetació: MHÀ, estudi gràfic
GI 383-2020

Edició: juny 2024

Cita bibliogràfica: Tusell, J.M.; Alcalde, B.; Busquets, E. (Coords.). 2024.
41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Consorci Forestal de Catalunya. Santa Coloma de Farners. 122 pàg.

J1_ Com recuperar un bosc després d'un incendi. Treballs mecanitzats i tractaments manuals	7
Gerard Alcoverro Poch Francesc Cano Ibañez Mario Beltrán Barba Gianni Picchi	
J2_ Prevenció de grans incendis des de la planificació forestal	21
Asier Larrañaga Otxoa Ricard Farriol Almirall Àlex Muñoz Sol Jordi Solà Roca	
J3_ La retenció d'aigua a partir de la gestió forestal	33
Joan Botey Serra Teresa Baiges Zapater Carles Barriocanal Lozano Josep Mas Pla Jordi Vayreda Duran	
J4_ Estassades selectives: beneficis i directrius tècniques per a la seva implementació	47
Eduard Busquets Olivé Mario Beltrán Barba	
J5_ Valoració del potencial resiner als boscos de pi blanc de la província de Barcelona	65
Anna Morgado Souto Núria Ruiz Roca Míriam Piqué Nicolau Teresa Valor Ivars	
J6_ Conreu de tòfona negra en un context de canvi climàtic. L'experiència de la finca de maials	77
Juan Martínez de Aragón Jose Antonio Bonet Yasmin Piñuela Javier Parladé Daniel Oliach	
J7_ Com compatibilitzar la gestió forestal i cinegètica: el cas concret de la becada (<i>Scolopax rusticola</i>)	91
Marc Pagès Rúbies Santi Llorà Aguilà Lluc Llop Descarrega	
J8_ Els crèdits climàtics i la gestió forestal: el PROMACC de La Vall de Bianya	107
Berta Alcalde Ferrer Josep M. Tusell i Armengol Noemí Palero Moreno Teresa Cervera Zaragoza	

41

JORNADES
TÈCNIQUES
SILVÍCOLES
EMILI GAROLERA



41 JTS EMILI GAROLERA

La publicació que teniu a les mans, és la part final de tot un procés de transferència de coneixement. Aquest s'inicia amb cadascuna de les visites tècniques que formen part de totes i cadascuna de les edicions de les Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera i acaba amb la redacció i elaboració d'aquest document extens i complet amb totes les comunicacions. En aquesta 41a edició hem organitzat jornades de diferents temàtiques, però totes elles, orientades en facilitar la gestió del dia a dia de les finques forestals, parlant tant de productes fustaners com d'altres temes més actuals, els quals són la gestió de la caça, els crèdits climàtics o la gestió de l'aigua. Alhora també hem planificat jornades que, sense allunyar-se del component científic i tècnic, s'endinsen en les experiències de gestors i silvicultors que gestionen les seves finques.

En l'edició d'enguany, hem abordat problemàtiques com els incendis forestals, puntualitzant i exposant els treballs a fer per a recuperar un bosc després d'un incendi o bé com planificar la lluita contra aquests grans incendis mitjançant la planificació forestal; la creixent necessitat d'una correcta i eficient gestió de l'aigua; i la creació del nou sistema crèdits climàtics, el qual es basa en l'aplicació d'una silvicultura que pretén millorar la biodiversitat, la fixació de carboni i la creació d'aigua blava. També s'han presentat assumptes purament silvícoles com les estassades selectives o la viabilitat de productes forestals no fustaners com el cultiu de tòfones, la gestió de la caça de la becada o la resinació del pi blanc.

Totes les jornades però, han tingut un eix comú: la gestió forestal com a eina per garantir una conservació del paisatge, per obtenir boscos resilents davant el canvi climàtic i els incendis forestals, i per millorar la diversitat de flora i fauna –i també del paisatge–. I tot això, sobretot, fer-ho amb l'objectiu de buscar la rendibilitat econòmica d'aquesta gestió; ja que si la gestió no té un resultat econòmic positiu, aquesta no és possible.

Per acabar aquesta presentació del llibre de la 41a edició de les Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera, volem agrair a les empreses col·laboradores i que han participat activament en l'organització de les jornades, així com als coordinadors i a tots els ponents i assistents els quals, amb les seves explicacions i preguntes, han generat un intercanvi d'idees i coneixements que han fornit de contingut les diverses jornades.

No oblidem la implicació de propietaris i gestors que, amb la generositat per compartir les seves experiències, fan que aquestes Jornades, a més d'un punt de trobada, siguin sobretot un reflex de la gestió forestal actual i aplicada a Catalunya des d'un punt de vista pràctic i realista. Moltes gràcies a tots i totes i ens veiem en la propera edició de les Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera!

Josep M. Tusell

*Responsable tècnic del CFC i co-coordinador de les Jornades
Consorci Forestal de Catalunya*

JORNADA



Com recuperar un bosc després d'un incendi. Treballs mecanitzats i tractaments manuals

Gerard Alcoverro Poch. Enginyer de Forests. Doctorand en mecanització forestal al grup d'aprofitaments, mecanització i biomassa forestal (CTFC).

Francesc Cano Ibañez. Enginyer Tècnic Agrícola i Enginyer de Forests. Director Adjunt de Transferència (CTFC)

Mario Beltrán Barba. Enginyer de Forests. Cap de grup KTT&D+i del CTFC.

Gianni Picchi. Doctor Ingeniero de montes. Investigador del CNR-IBN (Italia) y adjunto en el grupo de aprovechamientos, mecanización y biomasa forestal (CTFC).

Cita bibliogràfica: Alcoverro, G.; Cano, F.; Beltrán, M.; Picchi, G. 2024. Com recuperar un bosc després d'un incendi. Treballs mecanitzats i tractaments manuals. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 6-19.

RESUM

El pi blanc és una espècie a tenir molt en compte a Catalunya en un context de transició cap a la bioeconomia. Es tracta de l'espècie fustera més present al país, la de major creixement per hectàrea de les nostres espècies autòctones i, segurament, la de major resiliència davant del canvi climàtic.

Sovint es desconeixen les bones propietats de la seva fusta, s'ignora que les seves masses es poden millorar molt (per mitjà de la genètica i de la silvicultura) i no es preveu que l'espècie tingui una gran expansió.

Actualment hi ha unes 300.000 ha de pi blanc al país i aproximadament un terç són masses joves procedents d'incendis o nous terrenys arbrats, amb una gran possibilitat de millora de la seva qualitat i resiliència enfront incendis, sequera, plagues, etc. Aquestes perturbacions representen uns dels principals reptes forestals del país.

L'article es centra en aquestes masses joves, la silvicultura que necessiten i el tipus de mecanització possible per sortir del cercle dels incendis, guanyar en biodiversitat i ser més útil en la nova era de la bioeconomia.

Introducció: importància del pi blanc a Catalunya i dels tractaments silvícoles de les seves masses joves

Podríem dir que el pi blanc, *Pinus halepensis*, és l'espècie forestal fustera més termòfila i xeròfila que tenim, la més adaptada a la sequera i de les poques que suporta precipitacions únicament de 250 mm, a més a més de molts mesos de sequera.

Coincideix que és l'espècie forestal més representada a Catalunya i que, fins i tot amb canvi climàtic, segueix en contínua expansió. Actualment ja supera àmpliament les 300.000 ha i les seves capacitats d'expansió són superiors a les de qualsevol altra espècie forestal (Figura 1).

Pràcticament, la seva superfície només queda limitada a Catalunya per les planures de cultiu (plana de Lleida, delta Ebre, Camp de Tarragona, Penedès, Vallès, Empordà, plana de Vic) i les regions eurosiberianes i boreoalpines del Pirineu (en clar retrocés).

També és la segona espècie en existències fusteres del país; 23,5 milions de m³ i uns creixements, segons el 3r i 4t inventari forestal nacional, de 450.000 m³/anuals (Figura 2), mentre que l'aprofitament mitjà que se'n fa és de poc més de 150.000 m³/anuals (Figura 3).

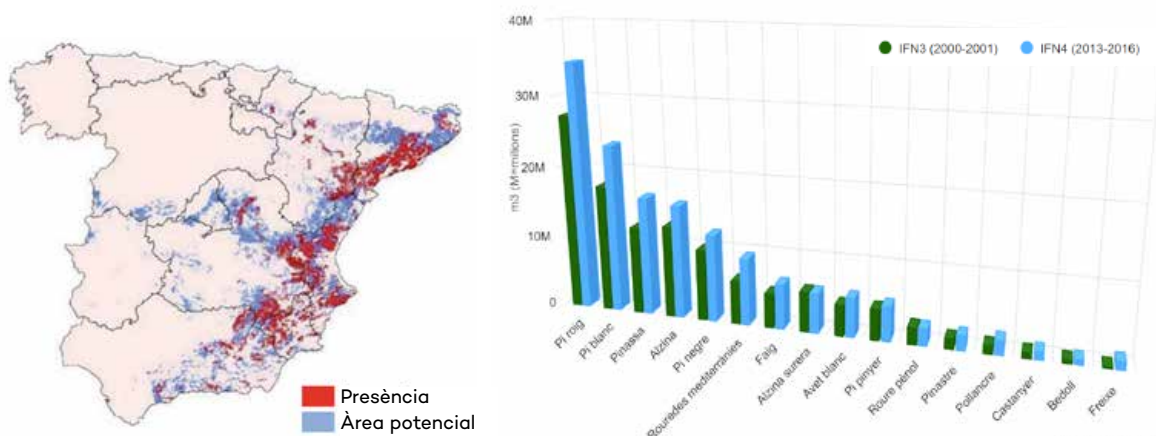


Figura 1. Aproximació a l'àrea actual i potencial del pi blanc a Espanya. Font: MITECO.

Figura 2. Volum quantificat als IFN 3r i 4t de l'estoc per espècies a Catalunya. Font: OFC, dades IFN.

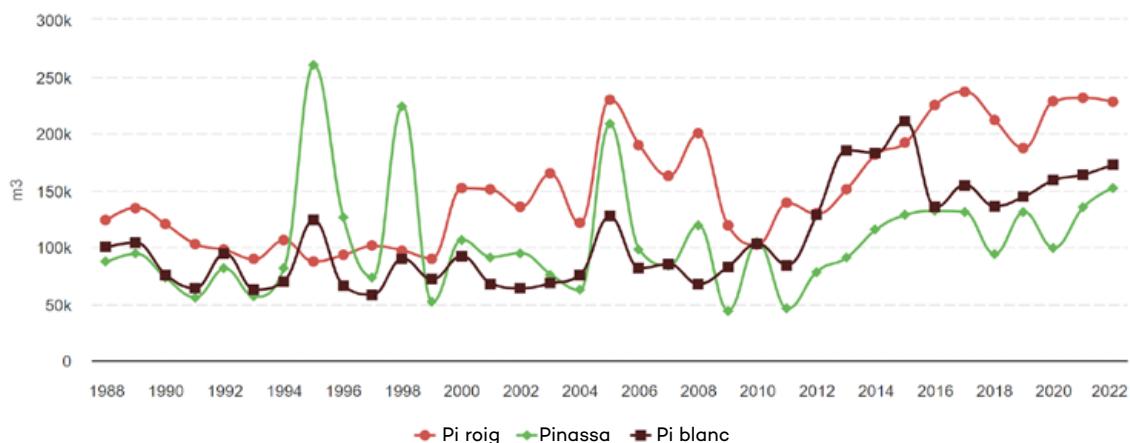


Figura 3. Volum quantificat per anys de l'extracció per espècies a Catalunya. Font: OFC, dades DGEFGM.

Així doncs, ens trobem davant d'una de les espècies amb més resiliència del país enfront dels canvis globals, la que ocupa més superfície i més capacitat de conquerir nous territoris i també la de millors creixements per hectàrea de les pinàcies autòctones.

I, no obstant això, segurament és l'espècie més menystinguda per la societat, el món acadèmic i el món forestal.

A nivell social és conegut com el pi bord, que neix a qualsevol espai abandonat. Per tant, els boscos que apareixen no són els que volem, sinó el producte de l'abandonament.

El món conservacionista l'ha maleït contínuament dient que el seu origen és de repoblacions artificials o que s'havia estès a conseqüència de la destrucció antròpica dels boscos de frondoses. Les evidències paleobotàniques li han tornat els "papers" de nacionalitat i declarat clarament indígena de la Península Ibèrica.

Al món de la fitosociologia ha estat pràcticament ignorat i qualificat sovint de "brolla" anterior al bosc climàtic de debò.

El món acadèmic forestal li reconeix el seu paper en restauracions, en el paisatge i en les dinàmiques forestals, però poques vegades para atenció en la seva capacitat per produir béns econòmics, obviant la seva capacitat de creixement en els terrenys mediterranis i les seves qualitats com a fusta.

Aquesta idea prefixada de l'escassa qualitat de la fusta del pi blanc prové de no contemplar el procés degeneratiu (selecció negativa) que durant segles han patit els seus boscos i del desconeixement de les propietats de la seva fusta.

En efecte, tenim magnífics exemples d'arbres que no han comptat amb aquesta negativa selecció, com els pins de Piera (segon arbre autòcton més alt de Catalunya, amb 37 m d'alçada, *Fotografia 1*), a Rasquera o a moltes altres zones de la Catalunya mediterrània.

I pel que fa a la qualitat de la fusta, hem vist bigues de l'Eixample de Barcelona fetes amb fusta de Collserola i fins i tot, mobles confeccionats posteriorment a partir d'aquestes bigues.

Fotografia 1.
Pi blanc de Cal Ferrer del Coll (Piera). 37 m d'alçada.



Les proves realitzades per l'Institut Català de la Fusta (INCAFUST) indiquen que el pi blanc té una de les fustes de conífera autòctona amb millors propietats resistents i de densitat (589,41 kg/m³). En els darrers anys s'ha treballat en la caracterització de les propietats bàsiques, i observat que juntament amb la pinassa són les dues espècies amb un potencial resistent més elevat. També, s'ha avaluat aquesta fusta per productes estructurals encolats com el CLT (*Fotografia 2*), i determinat que el pi blanc no presenta cap dificultat especial en el procés d'encolat.



Fotografia 2. CLT experimental de pi blanc.

En aquests moments, amb la revolució de la bioeconomia i el canvi climàtic, hem de prestar una especial atenció a aquesta espècie, tenint en compte una necessària millora genètica que reverteixi l'erosió genètica que ha patit al llarg dels segles (ports tortuosos i branca gruixuda) però també que tingui en compte les procedències de zones més àrides per suportar les condicions més xèriques que ja han arribat, i les futures.

D'altra banda, també s'ha de tenir molt en compte la necessària silvicultura i millora a fer a les més de 300.000 ha actuals que ocupa l'espècie; un terç de les quals, prové de regenerats posteriors als incendis del 1986, 1994, 1998, 2006, 2012, 2016 ó 2019. És sens dubte, aquesta silvicultura la que pot millorar la qualitat d'aquestes masses existents i prevenir que no es repeteixin incendis, trencadisses o estrès hídric.

Aquest article el dediquem especialment a la silvicultura necessària a les masses joves de pi blanc i la seva mecanització. Estem parlant de moltes desenes de milers d'hectàrees que estan sofrint el major estrès hídric històric, moltíssima competència per la llum i coincidint amb el seu major potencial de creixement i major risc de patir incendis devastadors (i possiblement sense regeneració posterior). És sens dubte, uns dels principals reptes forestals que tenim al país.

Recomanacions silvícoles per les masses joves de pi blanc

L'excepcionalitat del pi blanc respecte d'altres espècies, pel que a fa la seva ecologia, es trasllada també a la seva silvicultura. A banda de la diferència d'objectius amb els quals s'ha gestionat (o si més no, o analitzat) els boscos de pi blanc, com s'ha comentat abans, cal destacar que l'aplicació d'esquemes silvícoles desenvolupats en altres espècies i contextos, com el centreeuropeu, provoca resultats divergents als obtinguts en altres boscos. De fet, aquests resultats són sovint contraris als objectius plantejats i donen peu a interpretacions com ara que aquesta espècie té poc potencial productiu o de desenvolupament a llarg termini. Tot això té la seva màxima expressió quan s'aborda la regeneració d'un bosc de pi blanc en absència de foc: molt sovint les tallades de regeneració i també les tallades de selecció amb estructura irregular no generen nous plançons vigorosos en abundància.

A això se suma també que, dins de la gestió específica per a objectius concrets com el de prevenció d'incendis o bé aplicant esquemes productius genèrics, s'apliquen tractaments silvícoles que no afavoreixen o fins i tot contravenen el propi desenvolupament de la massa tractada. Com ja es va indicar en el manual ORGEST per als boscos de pi blanc (Beltrán *et al.*, 2011):

- Són freqüents les aclarides fortes, ja sigui per a assegurar l'extracció de fusta comercial o per motius d'estructuració de la massa davant els incendis forestals, normalment acompanyades de podes de gran proporció de l'arbre. Però aquestes actuacions tenen efectes negatius en el creixement dels arbres i en el desenvolupament estructural de la massa, perquè les aclarides fortes poden



suposar un fre al creixement en alçada i també una desestabilització de la massa. A més, suposen una posada en llum intensa que el sotabosc aprofita per a desenvolupar-se, augmentant la vulnerabilitat de la massa i fent necessàries posteriors intervencions de reducció del matollar.

- Les podes amb objectiu de potenciar el creixement o millorar el producte obtingut no són justificables en el cas del pi blanc. González-Ochoa *et al.* (2004) indiquen que la poda baixa no té efectes en el creixement en alçada i, a més, pot arribar a tenir un efecte negatiu en el creixement en diàmetre, contrarestant l'efecte positiu d'una aclarida.

És per això que els models ORGEST proposen esquemes silvícoles que mantenen un dosser el més tancat possible i regulen la competència arbrada amb aclarides baixes o mixtes més freqüents i més suaus, tot fent servir les estassades selectives com a complement per a reduir la vulnerabilitat de l'estructura i indirectament la competència pels recursos i l'espai. Pel que fa a la regeneració, la majoria dels models aposta per maximitzar el torn i aplicar tècniques específiques per al pi blanc, que poden incloure també el foc tècnic.

Mantenint la perspectiva de les ORGEST, desenvolupades fa ja més de 10 anys, la silvicultura del pi blanc, i específicament de les masses joves postincendi que estan fent el canvi cap a boscos adults, es pot impregnar dels corrents actuals generals de la silvicultura europea: gestió per a l'adaptació al canvi climàtic i basada en processos naturals (*climate-smart forestry, close(r)-to-nature forestry*). Això sí, cal atendre l'ecologia funcional de l'espècie, el seu temperament, i la interacció amb altres elements del sistema (sotabosc, sòl...).

Concretar això en propostes silvícoles concretes és un pas que encara no està desenvolupat amb un seguiment científic concloent. El CTFC participa en diverses iniciatives d'innovació i transferència del coneixement que pretenen bastir tècnicament el que la teoria pot arribar a proposar per a aquests boscos en l'actual context i en el futur.

El missatge a destacar és que els boscos de pi blanc actuals poden no representar de manera generalitzada el màxim potencial de desenvolupament de l'espècie, atès el context explicat anteriorment. La proposta de gestió per als boscos de pi blanc en general i especial per als que presenten bones aptituds productives (accessibilitat, opcions de transitabilitat, sòl amb certa profunditat i textura adequada i pluviometria no excessivament limitant) se centra en:

- Realitzar aclarides que beneficiïn explícitament als millors arbres (és a dir, aclarides selectives o selectives mixtes). Aquí cal considerar també afavorir peus d'altres espècies que puguin tenir un retorn econòmic significatiu.
- Realitzar aclarides de la menor intensitat possible atenent el retorn econòmic des de la perspectiva de minimitzar costos, aconseguir ingressos unitaris alts i tenir present que són inversions necessàries per fomentar el desenvolupament i la capitalització futura.
- Realitzar aclarides freqüents que permetin una modulació progressiva de la resposta de la massa.
- Evitar realitzar podes en general, especialment si s'han d'eliminar branques vives.
- Evitar realitzar estassades totals i altres accions sense retorn econòmic, com ara l'eliminació de restes (sempre complint els requeriments normatius).

Aquí el primer pensament serà que això no és viable econòmicament, que cal ser intens per traure el volum suficient per pagar costos, que cal ser més sistemàtic per simplificar... I raó no faltarà, però aquí el repte és superar aquesta fase de transició, i en especial les primeres intervencions, per tal d'aconseguir, a la llarga, masses més productives, més adaptades i més resilients a les dures condicions que enfronten i enfrontaran. Que la majoria dels boscos de pi blanc actuals siguin joves, mono-específics i densos sobre sòls raquítics o no desenvolupats no vol dir que aquesta sigui la situació més favorable a l'espècie. Al contrari, la idea seria generar i dirigir una estructura heterogènia de menys densitat que permeti modular la il·luminació

directa i indirecta del sòl i de dos o més estrats de vegetació, que mantingui una certa competència entre arbres per fomentar el creixement sense limitar-lo, i que alhora es mantingui cert ambient forestal nemoral, amb dificultat per a la circulació de vents en superfície. La massa evolucionarà cap a un bosc més adult, amb arbres de capçada gran i vital, i un sòl forestal també cada vegada més desenvolupat.

Cal notar, si no ha quedat ben descrit ja, que aquesta estructura objectiu és beneficiosa en primer terme des del punt de vista productiu especialment si el destí acaba sent fusta de serra per CLT per exemple, amb possibles altres productes complementaris també d'altres espècies, però també genera un bon conjunt de serveis ecosistèmics profitosos (no en diners, però), com ara la capacitat d'acollida de biodiversitat, la fixació de carboni, la producció d'aigua blava, el paisatge i l'entorn recreatiu. La planificació per una banda i la comercialització de productes d'alt valor per altra s'han de sumar a la mecanització explicada en aquesta jornada per fer possible desenvolupar la silvicultura proposada per a uns millors boscos de pi blanc.

Potencial d'ús de la maquinària compacta als boscos joves mediterranis

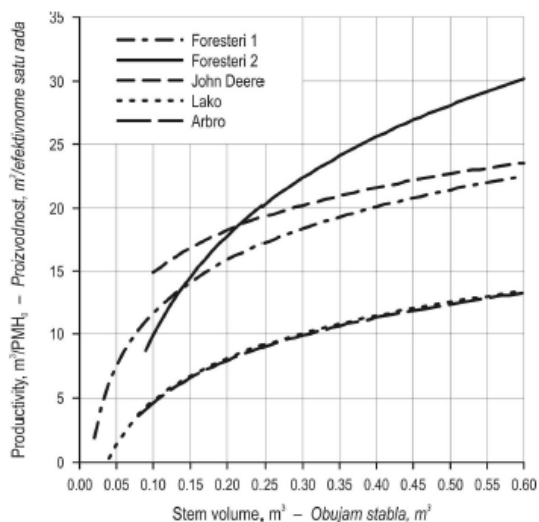
La mecanització dels treballs silvícoles als boscos mediterranis afegeix uns desafiaments específics, per les espècies arbòries, el clima i el mercat dels productes fusters, entre d'altres. Tanmateix, hi ha també unes pautes comunes a altres contextos forestals del nord d'Europa o d'Amèrica. Entre ells, el maneig de les masses joves. Des d'un punt de vista de tractament silvícola, un bosc jove sempre representa una tasca complexa: cal intervenir sense danyar els arbres de futur i deixar una estructura homogènia i estable. A més a més, malgrat el paper imprescindible de les aclarides en la silvicultura de masses joves, difícilment són rendibles a causa de la mida reduïda de les plantes.

En termes generals, un bon nivell de mecanització és una solució per incrementar la productivitat i reduir els costos dels treballs forestals. Però, com en altres sectors, la tendència de la maquinària forestal ha anat desenvolupant maquinària més potent i pesada. Això es justifica per una major productivitat en taules fortes o arreu i amb arbres de gran grandària, però es torna un inconvenient en disminuir el diàmetre mitjà de les plantes i les exigències de no danyar les masses romanents.

Les grans processadores i autocarregadors tenen un cost d'adquisició i d'ús molt elevat i això no influeix en la seva productivitat, que cau conforme es redueix el diàmetre dels arbres, com demostren diversos estudis (Figura 6).

Figura 6. Variació de costos d'aprofitament per metre cúbic/hora de treball (m^3/PMH) en funció del volum dels troncs amb 5 diferents models de processadores forestals.

Font: Suchomel et al. 2012



També hi ha altres factors que contribueixen a incrementar els costos d'ús de les grans maquinàries en clares. Un d'ells és el cost de transport de les màquines, que a nivell anual és tant més alt com més petit serà la mida mitjana de les parcel·les a talar. A Finlàndia es calcula que el transport de les màquines forestals té un cost mitjà de 6 a 10 % del cost total de les operacions forestals. Un contractista amb 2 màquines forestals, gòndola pròpia i una producció anual de 35.000 m³ té una despesa de 0.80 €/m³ (Väätäinen et al. 2006).

En el treball amb masses forestals joves l'ús de maquinària forestal de petita mida pot resoldre o reduir aquests problemes gràcies a uns avantatges pràctics: 1) els seus costos operatius i d'adquisició són molt menors, 2) la seva amplada i pes reduït els permeten moure's amb agilitat minimitzant l'impacte al sòl i la massa de futur i 3) es redueix de manera rellevant el cost de transport. Pensem que aquest ús pot ser interessant en aclarides pre-comercials i en intervencions subvencionades per silvicultura o prevenció d'incendis.



Fotografies 7 i 8. Mida i pes reduïts permeten aprofitar diferents solucions de transport, a l'esquerra amb camió comercial de llarga distància de fusta (aprofitant la tornada amb càrrega de fusta), a la dreta amb remolc agrícola. En ambdós casos la màquina forestal portava un remolc addicional.

Resultats de les demostracions de maquinària compacta

En el marc del projecte FIRE-RES es van realitzar dues demostracions de maquinària compacta:

- La primera es va fer en un bosc de pi roig al municipi d'Odèn (Solsonès), amb dos blocs de característiques de massa diferents, una massa de perxada de llatres-fustal baix i l'altre de perxada de llatres-perxada de vares. L'objectiu va ser analitzar com aquesta tipologia de maquinària més lleugera funcionava en aclarides comercials i precomercials (*Taula 1*).
- La segona es va realitzar en un bosc de pi blanc del municipi de Viladecavalls (Vallès Occidental), regenerat post incendi forestal dels anys 70, on es diferencien tres blocs diferents, tant en densitat de peus com en diàmetre i alçada (*Taula 2*). El bloc 1 correspon a una perxada de llatres-fustal baix, el 2 a una perxada de llatres i el 3 a una perxada de vares. En aquest cas l'objectiu de la demostració era el d'intentar reduir el cost dels treballs de silvicultura preventiva d'incendis en regenerats de pi blanc. Prèviament als tractaments mecanitzats realitzats en el marc del projecte, les colles de BOSCAT van iniciar els tractaments manualment, amb costos per superfície molt elevats i superiors als ajuts donats per l'administració.

La maquinària utilitzada per dur a terme les demostracions va ser una Malwa 560C Combi (*Fotografies 9 i 10*), màquina compacta d'1,95 m d'ample, 5,7 m de llarg i des de 5,7 t de pes, conduïda per un maquinista expert de la mateixa empresa fabricant. El capçal processador utilitzat va ser un LogMax 928.



Fotografies 9 i 10. Malwa 560C mode processadora (esquerra) i mode autocarregador (dreta).

En ambdues demostracions es va dur a terme un estudi de temps a través de les gravacions de vídeo dels treballs, a Odèn es van obtenir 11,32 h de gravació de temps operatius en el primer bloc i 17,9 h en el segon. A Viladecavalls van ser 7,48 h al primer bloc, 10,35 h al segon i 9,61 h al tercer. Per obtenir les dades de productivitat es va treballar amb l'estàndard StandForD que el mateix programari de la màquina emmagatzema. Això va suposar obtenir el nombre de peus tallats,

les trosses per arbre, juntament amb la classificació per productes d'aquestes i els seus respectius volums.

Amb aquestes dades es pot obtenir un balanç de rendiments i econòmic dels resultats d'ambdues demostracions.

A Odèn es va classificar la fusta per productes (pals, serra i biomassa) i a Viladecavalls tot va ser destinat a biomassa per condicionants de consum d'estella, traient-li el màxim partit al capçal processador capaç de treballar fins a 2 cm de punta prima.

En ambdues demostracions, previ a l'execució dels treballs, es va realitzar el marcatge dels arbres peu a peu. Les aclarides marcades van ser mixtes, traient competència als arbres amb més futur però sense comprometre l'estabilitat de la massa.

En el present estudi de temps es va establir el criteri que les pauses inferiors a 15 min es considerarien temps productius (PMH15). Aquest és el temps en el qual l'operari està realitzant alguna tasca on directament o indirectament afecta la productivitat dels treballs.

A la taula següent es mostren els resultats de productivitat i costos dels dos blocs de la demostració a Odèn (*Taula 1*). S'observa com en el bloc 1, tot i treure molta menys fusta, s'obté una productivitat una mica superior que en el bloc 2, a causa del major volum unitari de l'arbre tallat.

ODÈN		
Bloc	1	2
Densitat (p/ha)	2125	3660
Diàmetre mig (cm)	17	12
Àrea basimètrica (m ² /ha)	52,5	49
Productivitat (m ³ /PMH ₁₅)	2,30	1,79
Cost per hora productiva (€/PMH ₁₅)		88,6
Cost unitari (€/m ³)	38,20	50,01
Cost per superfície (€/ha)	1.750,70	4.899,97
Valor a carregador (€/m ³)	46,7	46,7
Valor a carregador (€/ha)	2.137,30	4.574,75
Balanç econòmic (€/m ³)	8,44	-3,32
Balanç econòmic (€/ha)	386,60	-325,22

Taula 1. Resultats de volums tallats, productivitats, costos i balanços econòmics en la demostració a Odèn.

Pel que fa al balanç econòmic, en el bloc 1 ha resultat ser positiu, al contrari que en bloc 2 on els costos són superiors al valor del producte obtingut. Aquesta notable diferència recau en les diferents productivitats. Però en tot cas, al segon bloc s'ha realitzat una aclarida de millora que tradicionalment necessita una subvenció que triplica aquesta xifra. Per tant, amb aquesta mecanització, a més a més de generar producte, es redueix la necessitat de subvenció a un terç.

I en el primer bloc, el balanç és positiu de manera mecanitzada i de manera manual el resultat hauria estat previsiblement negatiu.

A la *Taula 2* podem veure els resultats de productivitat i econòmics de la demostració a Viladecavalls, ja concretament en pi blanc.

Taula 2. Resultats de volums tallats, productivitats, costos i balanços econòmics en la demostració a Viladecavalls.

VILADCAVALLS			
Bloc	1	2	3
Densitat (p/ha)	1698	4980	9620
Diàmetre mig (cm)	17	10	6
Àrea basimètrica (m ² /ha)	42,7	47	30,7
Productivitat (m ³ /PMH ₁₅)	2,61	1,64	0,49
Cost per hora productiva (€/PMH ₁₅)	89,60		
Cost unitari (€/m ³)	34,34	54,52	183,58
Cost per superfície (€/ha)	1735,30	3.336,36	4.950,89
Valor a carregador (€/m ³)	33,28	30,00	30,00
Valor a carregador (€/ha)	1681,86	1835,72	809,05
Balanç econòmic (€/m ³)	-1,06	-24,52	-150,30
Balanç econòmic (€/ha)	-53,44	-1500,65	-4141,83

Al bloc 1 es va extreure 49,3 m³/ha, una mica més al bloc 2, amb 60,75 m³/ha, i molt menys al bloc 3, 27,6 m³/ha. S'observa com en el bloc 1 la productivitat és superior a causa del superior volum unitari de l'arbrat, tot i haver-se tret menys fusta que en el bloc 2. En el bloc 3 el volum unitari és molt inferior, la qual cosa dona productivitats molt baixes i poca fusta extreta.

Al bloc 1 es va calcular que un 13 % de la fusta podria ser destinada a serra (trosses de 2,5 m a 14 cm de punta prima), en els altres la totalitat per a biomassa.

A causa de les baixes productivitats es pot veure com en el bloc 2, tot i resultar un valor del producte per hectàrea superior al bloc 1, les pèrdues són molt superiors.

En el cas particular de Viladecavalls, l'objectiu de realitzar el tractament amb la màquina de mida petita, era reduir el cost del treball manual. A la següent taula (Taula 3) s'observa la comparativa manual-mecanització.

Taula 3. Comparativa de costos entre manual i mecanitzat.
Font: costos manuals BOSCAT

Bloc	Cost €/ha*	Valor a carregador (€/ha)	Diferència (€/ha)
1 Manual	4.000	0	-4.000
1 Mecanitzat	1.735	1.682	-53
2 Manual	3.000	0	-3.000
2 Mecanitzat	3.336	1.836	-1.500
3 Manual	4.409	0	-4.409
3 Mecanitzat	4.951	810	-4.142

* El cost mecanitzat suma la tallada, processat i treta, mentre que el manual comptabilitza la tallada i gestió de restes.

S'observa com els treballs mecanitzats suposen una reducció del cost per hectàrea especialment per l'aprofitament de la fusta. En el cas del bloc 1 aquesta reducció és molt significativa, a causa de les dificultats dels operaris per tallar arbres de molta longitud amb densitats molt elevades de forma manual i existència de moltes lianes.

En el bloc 2 els costos es redueixen a la meitat, tot i tenir un valor a carregador més elevat que l'anterior, però els costos de l'actuació s'incrementen per la baixa

productivitat. Al bloc 3, aquest factor encara penalitza més la poca fusta treta, on el resultat final es pot dir que és similar al manual.

Tenint en compte la subvenció donada en cada bloc (2.000 €/ha bloc 1 i 2; 3.000 €/ha bloc 3), la reducció dels costos per la mateixa subvenció significaria poder fer 37,5 ha més en el bloc 1, o 1,3 ha més en el bloc 2. En el 3 no hi hauria millora econòmica.

Això ens podria fer pensar que aquest sistema de processament de l'arbre amb màquines de petites dimensions, no és interessant en boscos de densitats molt elevades i volums unitaris baixos. En aquests casos, la substitució del capçal processador per capçals acumuladors cisalla podria ser una bona opció sempre que el pendent permeti ser mecanitzat i calgui treure o tractar els arbres tallats.

També pot ser interessant en aquestes actuacions mecanitzades sobre molts arbres de poc volum (bloc 3) aplicar la tècnica de *boom-corridors*, sempre que no hi hagi una elevada necessitat de la selecció acurada de peus. És més aviat un tractament sistemàtic de la massa: la processadora avança per la via de treta i només entra amb el braç a tallar els arbres situats en una direcció determinada, la qual cosa, millora la productivitat.

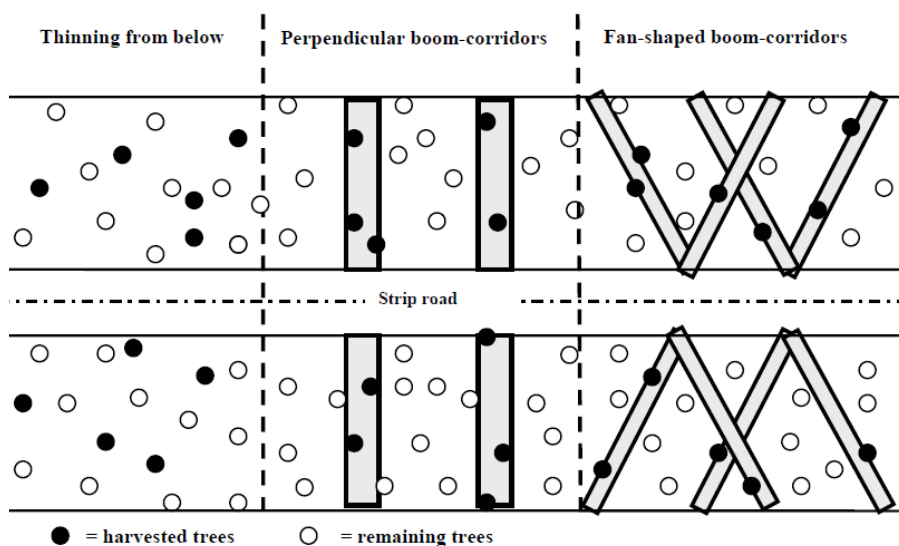


Figura 9. Esquemes de tres diferents tècniques de seleccionar els arbres a tallar.

Quan es dona el cas d'aquesta tipologia de bosc però en terrenys no mecanitzables i fora de les àrees estratègiques de prevenció d'incendis, es pot procedir a fer aclarides selectives manuals dirigides estrictament sobre els arbres de futur seleccionats. En el cas del bloc 3 es va realitzar una prova i els costos calculats van ser de 1.294 €/ha, molt inferior als costos actuals (1/3).

Conclusions

La retirada necessària i progressiva dels combustibles fòssils torna el protagonista als boscos de Catalunya i una àmplia majoria són de pi blanc i en estat d'abandonament. La recuperació i millora dels boscos de pi blanc passa especialment pel tractament silvícola de les desenes de milers d'hectàrees de masses joves i una millora genètica que reverteixi segles de selecció negativa dels seus exemplars.

Les ORGEST van generar unes basses comunes per aplicar una silvicultura específica per a la producció i la prevenció d'incendis en boscos de pi blanc. Tanmateix, el context actual i futur requereix fer ara un nou pas endavant en la definició tècnica d'una silvicultura més específica per abordar el canvi de boscos joves a adults i sortir del cercle de la baixa rendibilitat-abandonament-foc-baixa rendibilitat. Aquesta silvicultura permet, a més, incorporar demandes explícites d'altres funcions del bosc: biodiversitat, aigua, paisatge.

Iniciar i avançar en la fase de transició d'estructures simplificades cap a situacions més heterogènies, complexes i diverses és el moment més desafiant. La innovació en silvicultura ha d'anar acompanyada d'innovació en planificació, en comercialització i en mecanització.

La mecanització dels treballs forestals és imprescindible a Catalunya i també particularment pel tractament de les masses joves, sens dubte les que tenen més capacitat de reacció i millora. Però les processadores i autocarregadors presents a Catalunya són de grans dimensions i poc preparades per treballar en sòls febles i masses joves.

El Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya ha introduït a Espanya un tipus de processadores lleugeres, petites i versàtils, més econòmiques i que faran possible abastar importants superfícies que ara estan literalment abandonades a la seva sort. Es demostra que en la majoria dels casos, els costos es poden reduir a més de la meitat, permetent l'aprofitament de la fusta.

En perxades de vares molt espesses es planteja l'ús d'aquesta maquinària però amb capçals acumuladors de cisalla de manera sistemàtica i fora de les zones estratègiques per incendis, practicar aclarides selectives manuals i sense aprofitament, beneficiant exclusivament als arbres de futur.

Agraïments

Aquest treball s'ha pogut fer gràcies al consentiment dels titulars de les finques Can Ponet i Puig, que han permès realitzar les proves, i la col·laboració de la Cooperativa Forestal de Catalunya i la Federació Catalana d'Associacions de Propietaris Forestals. Aquesta prova ha comptat amb el finançament europeu del programa Horizon Europe, projecte FIRE-RES, coordinat pel CTFC.

Bibliografia

- Beltran, M.; Piqué, M.; Vericat, P.; Cervera, T. 2011. Models de Gestió per als boscos de pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.). Producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST) Centre de la Propietat Forestal (CPF). Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (AAM). Generalitat de Catalunya. 132 p.
- González-Ochoa, A.I., López-Serrano, F.R., de las Heras, J., 2004. Does post-fire forest management increase tree growth and cone production in *Pinus halepensis*? For. Ecol. Manage. 188, 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.07.015>
- Erber G., Holzleitner F., Kastner M., Stampfer K. (2015). Effect of multi-tree handling and tree-size on harvester performance in small-diameter hardwood thinnings. *Silva Fennica* vol. 50 no. 1 article id 1428. <https://doi.org/10.14214/sf.1428>
- Suchomel, C., Spinelli, R., & Magagnotti, N. (2012). Productivity of processing hardwood from coppice forests. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 33(1), 39–47.
- Väätäinen, K., Asikainen, A., Sikanen, L., Ala-Fossi, A. 2006. The cost effect of forest machine relocations on logging costs in Finland. – *Forestry Studies|Metsanduslikud Uurimused* 45, 135–141. ISSN 1406-9954.



JORNADA
2



Prevenió de grans incendis des de la planificació forestal

Asier Larrañaga Otxoa. Sotsinspector del GRAF dels Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Ricard Farriol Almirall. Cap de l'àrea de planificació del Centre de la Propietat Forestal.

Àlex Muñoz Sol. Cap de l'àrea d'ajuts del Centre de la Propietat Forestal.

Jordi Solà Roca. Associació de propietaris forestals del Lluçanès.

Cita bibliogràfica: Larrañaga, A.; Farriol, R.; Muñoz, A.; Sola, J. 2024. Prevenió de grans incendis des de la planificació forestal. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 20-31.

RESUM

En l'àmbit de l'Associació de Propietaris Forestals del Lluçanès s'han elaborat els Plans Tècnics de Gestió i Millora Forestal conjunts (PTGMFc) amb l'objectiu de dinamitzar la gestió forestal i ramadera tot integrant les àrees estratègiques per la prevenió dels grans incendis forestals.

Aquesta planificació conjunta ofereix unes oportunitats de planificació als propietaris forestals.

Introducció

L'Associació de Propietaris Forestals (APF) del Lluçanès es crea l'any 2008 amb els objectius de recuperació i valorització dels recursos forestals, ramaders i la prevenió d'incendis. L'àmbit de l'APF Lluçanès el formen 11 municipis (Lluçà, Alpens, Perafita, Sant Agustí de Lluçanès, Sant Boi de Lluçanès, Sobremunt, Olost, Sant Martí d'Albars, Sant Bartomeu del Grau, Oristà i Prats de Lluçanès).

No és fins al 2010 que l'APF inicia les actuacions en els boscos de les finques associades. El primer any de funcionament, l'associació la van conformar 13 socis. Avui en dia són més de 70 socis amb una superfície forestal del 30 % del total de l'àmbit de la superfície forestal del Lluçanès. Les actuacions de millora de l'arbrat, conjuntament amb les estacades, són treballs que són finançats per la Diputació de Barcelona i les convocatòries de la Generalitat de Catalunya.

Altres actuacions com les d'aprofitament fuster es gestionen amb fons propis de l'Associació.

Els plans tècnics de gestió i millora forestal conjunts (PTGMFc) de l'àmbit de l'Associació

La planificació de tot l'àmbit de l'Associació s'ha fet amb tres PTGMFc diferenciats per ajustar-ho a les diferències topogràfiques i específiques territorials. Aquest àmbit territorial abasta una superfície total de 29.360 hectàrees (*Figura 1*):

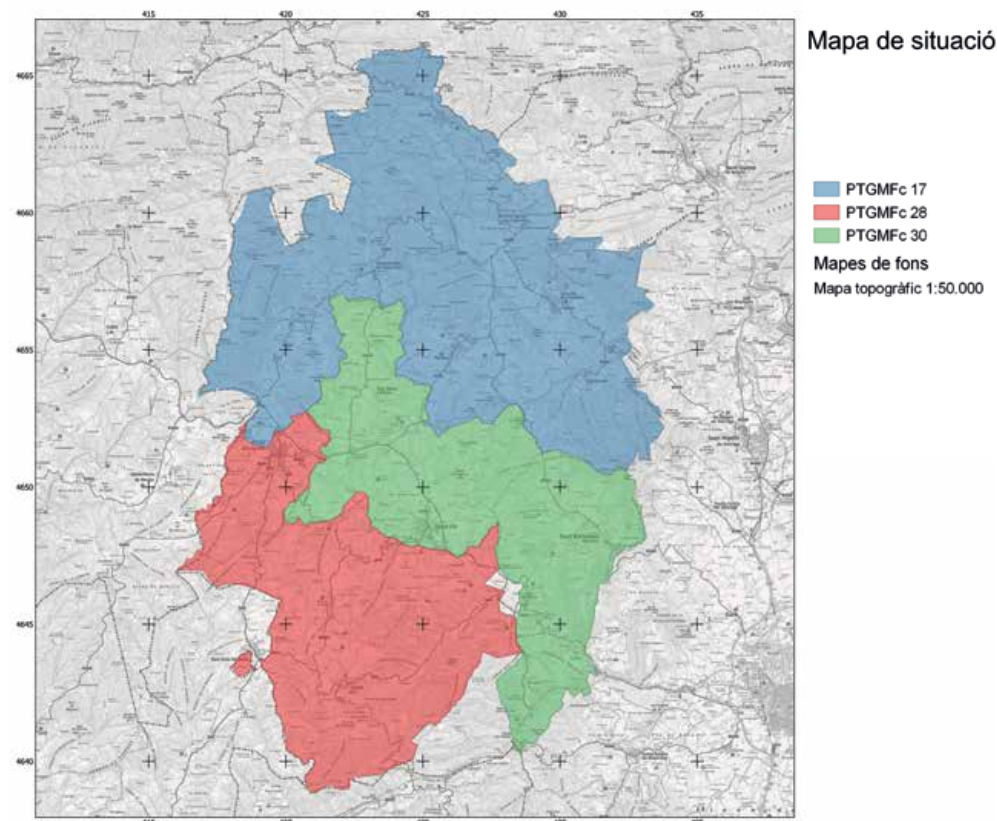


Figura 1. Mapa de situació dels PTGMFc a escala 1:50.000.

PTGMFc número 17. L'àmbit del Lluçanès nord

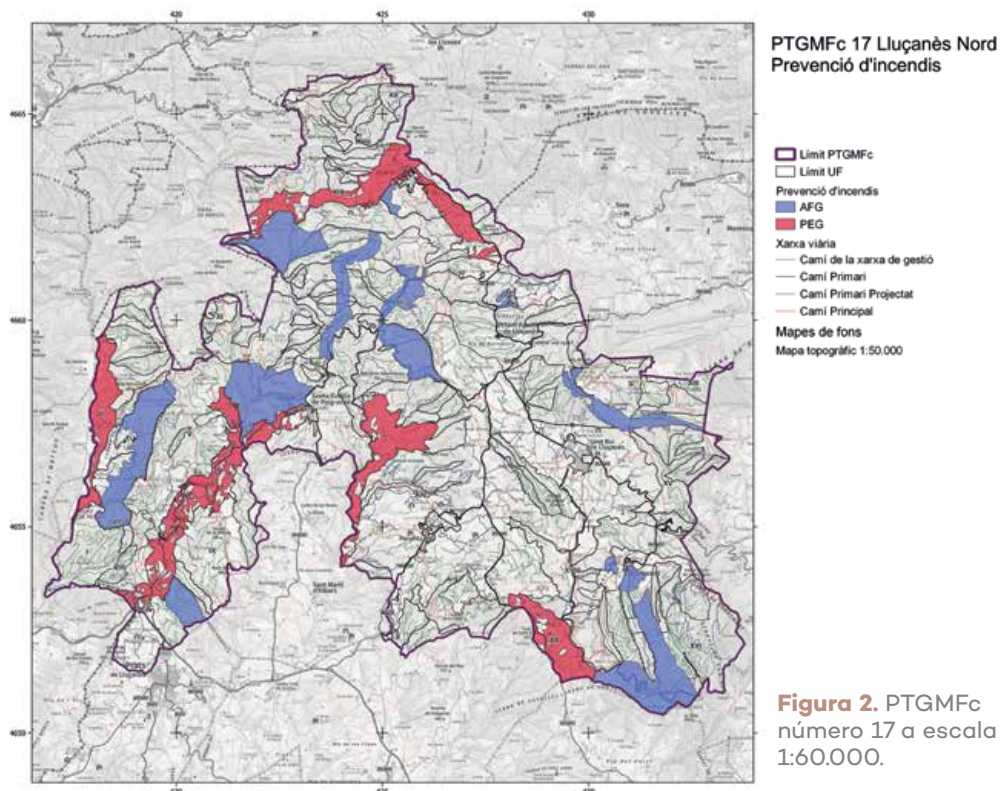
L'àmbit territorial comprèn els municipis d'Alpens, Lluçà, Sant Agustí de Lluçanès, Perafita, Sant Boi de Lluçanès i Sobremunt (Osona) i compta amb una superfície de 13.412 hectàrees, de les quals se n'han ordenat 11.382 (85 %).

Es correspon a boscos amb predominança de pi roig i roure en municipis com Alpens, Lluçà, Sobremunt, Sant Agustí de Lluçanès i Sant Boi de Lluçanès.

En municipis com Perafita, la pinassa es comporta com a espècie secundària conjuntament amb el roure.

Totes les formacions forestals es gestionen mitjançant models ORGEST (Orientacions de Gestió Forestal Sostenible de Catalunya), planificant tractaments per reduir la vulnerabilitat estructural en les zones definides com a estratègiques.

La ramaderia extensiva es considera important on el bestiar boví és el més rellevant: en els municipis de Sobremunt, Sant Boi de Lluçanès, Lluçà (part nord), Sant Agustí de Lluçanès i Alpens. Municipis com Perafita i Lluçà (part sud) substitueixen els prats de dall i pastures permanents per cultiu de cereal d'hivern, majoritàriament.



PTGMFc número 28. L'àmbit del Lluçanès sud-oest

L'àmbit territorial comprèn els municipis d'Oristà i Prats de Lluçanès (Osona) i comp-
ta amb una superfície de 8.095 hectàrees de les quals, se n'han ordenat 5.598 (69 %).

Les zones forestals venen determinades pel rang d'altituds d'entre 500 i 800 m. Això determina la presència important de tres espècies de pins (pi roig, pinassa i pi blanc). També, puntualment i en forma de bosquets, apareix el pi pinyer al voltant dels nuclis de la Torre d'Oristà i Oristà, així com en llocs careners.

Aquestes masses de pi pinyer plantades fa més de 70 anys estan envellides i ja no regeneren. Aquestes masses estan compostes per un subvol d'alzina i roure vigorós. El futur d'aquestes masses de pi pinyer és que estan destinades a ser substituïdes pel subvol d'alzina i roure.

Pel que fa al roure, el trobem en pràcticament tota la seva superfície de forma pun-
tual o bé en petits claps al voltant de camps de conreu. L'alzina es troba en solells
marcats, majoritàriament formant masses mixtes amb el pi blanc.

En el municipi de Prats de Lluçanès, la presència de roure i alzina com a espècies
principals conforma el paisatge típic de mosaic agroforestal.

Totes les formacions forestals es gestionen mitjançant models ORGEST, planifi-
cant tractaments per reduir la vulnerabilitat estructural en les zones definides com
a estratègiques.

Les zones de conreu de secà de gramínies (blat i ordi) i la colza, conformen el típic
paisatge del Lluçanès sud. La construcció de noves rompudes en els últims anys
ha permès augmentar la superfície conreable, així com l'eixamplament de camps o
obertura de noves zones de conreu en antics camps abandonats.

Pel que fa a la ramaderia, pràcticament no trobem bestiar boví de forma extensiva,
sinó que freqüenta en granges d'engreix intensives. El bestiar oví és el més habitual

de forma extensiva. Des de l'APF del Lluçanès, i a través del Projecte Boscos de Pastura (impulsat pel Consorci del Lluçanès) s'intenta mantenir la pastura d'ovelles i cabres, tot i les seves dificultats de mantenir-se a la zona. Aquestes dificultats van lligades, la majoria dels casos, per la manca de pastors juntament amb la falta d'accés a la terra hàbil per part dels propietaris forestals.

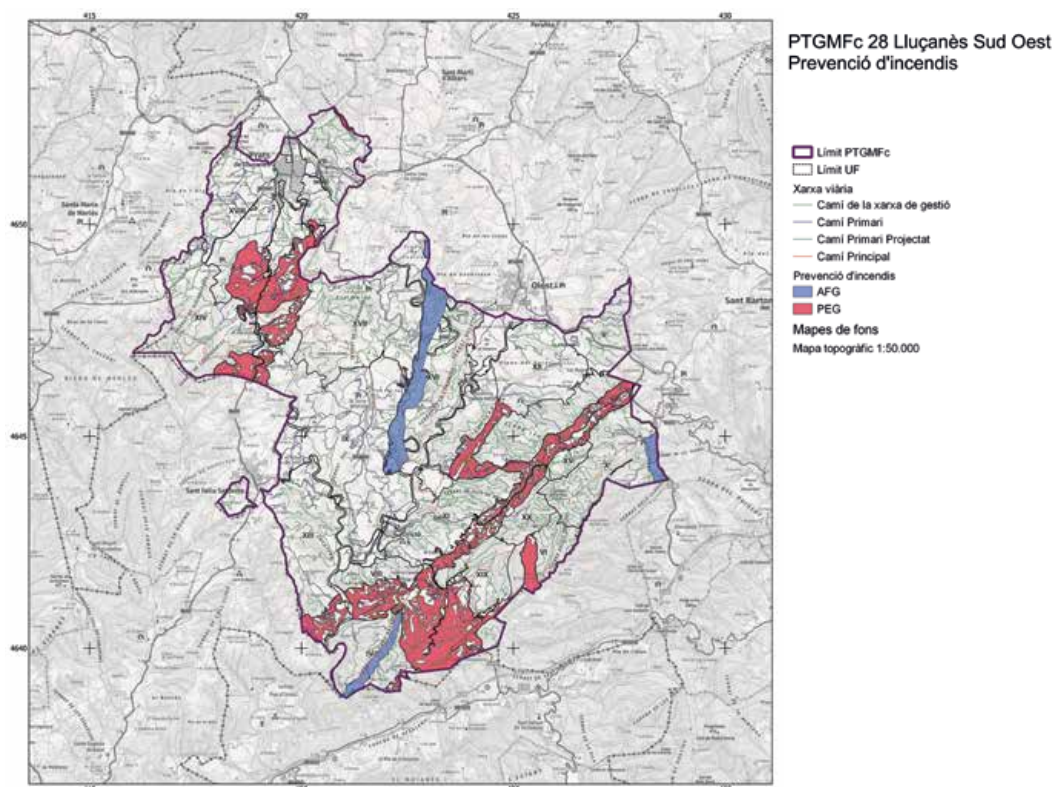


Figura 3. PTGMFc número 28 a escala 1:60.000.

PTGMFc número 30. L'àmbit de Lluçanès sud-est

L'àmbit territorial comprèn els municipis de Sant Bartomeu del Grau, Olost i Sant Martí d'Albars (Osona) i compta amb una superfície de 7.853,94 hectàrees de les quals, se n'han ordenat 5.292,76 (67 %).

Troben boscos amb predominança de pi roig, pinassa, pi blanc i roure. També, puntualment i en forma de bosquets, apareix el pi pinyer. Aquestes masses de pi pinyer, plantades fa més de 70 anys, estan envellides i ja no regeneren. Se situen damunt d'un subvol d'alzina i roure vigorós. El futur d'aquestes masses de pi pinyer està destinat a ser succeït pel subvol d'alzina i roure.

Pel que fa al roure, el trobem en pràcticament tota la seva superfície de forma puntual o bé en petits claps.

Totes les formacions forestals es gestionen mitjançant models ORGEST, planificant tractaments per reduir la vulnerabilitat estructural en les zones definides com a estratègiques.

Les zones de conreu és de secà de gramínies (blat i ordi) i la colza conformen el típic paisatge del Lluçanès sud. La construcció de noves rompudes en els últims anys ha permès augmentar la superfície conreable, així com l'eixamplament de camps o obertura de noves zones de conreu en antics camps abandonats. Pel que fa a la ramaderia pràcticament no trobem bestiar boví de forma extensiva, sinó que freqüenta en granges d'engreix intensives. El bestiar oví és el més ampli i es gestiona en règim extensiu.

3 - La gestió i millora de les masses forestals

Aquesta planificació va adreçada a potenciar els objectius de serveis productius per l'obtenció de productes fusters o de llenyes; objectius de serveis ambientals amb la gestió per la millora de les masses forestals contra Grans Incendis Forestals (GIF); la recuperació de masses davant de catàstrofes; la gestió per a la recuperació i la potenciació d'espècies de flora i fauna i la millora de l'estructura de la massa forestal: resistència i resiliència.

El compliment de tots aquests objectius s'inclouen en la planificació amb l'ajuda de models de gestió ORGEST i les actuacions dissenyades. En aquesta planificació s'integren condicionants com la temporalitat executiva de les actuacions a causa d'espècies protegides com el cranc de riu autòcton, la llúdriga i l'aufrany, els hàbitats d'interès comunitari prioritari com el bosc de ribera, i s'ajusten les normes silvícoles recomanant mesures de conservació com poden ser el manteniment d'arbres morts, arbres portadors de dendromicrohàbitats, dosificació del règim d'estassades, etc.

Zones estratègiques de prevenció de grans incendis forestals. On i per què?

Les zones o àrees estratègiques de gestió es determinen per limitar l'abast dels GIF, bé treballant de forma directa en la limitació de la propagació del foc, o bé com a suport al sistema d'extinció, que aprofitarà els canvis que es generin en el comportament del foc per limitar la propagació de l'incendi.

Dins d'aquest marc conceptual es diferencien dues tipologies principals d'àrees estratègiques: els Punts Estratègics de Gestió (PEG) i les Àrees o Zones de Foment de la Gestió (AFG).

Punt Estratègic de Gestió (PEG)

- **Què és:** infraestructura d'extinció planificada, associada a una estratègia davant un incendi de disseny. Es compon d'una àrea definida per límits concrets i els elements de suport a l'extinció que puguin fer falta (accessos i punts d'aigua) per assegurar l'eficàcia i seguretat de les maniobres que el servei d'extinció desplegarà el dia de l'incendi. Pot incloure tant superfície forestal com agrícola, i fins i tot urbana.
- **Per a què serveix:** el PEG, entès com un conjunt d'accions, treballa de forma activa per limitar l'abast dels GIF i reduir els danys a la població, béns immobles, infraestructures i medi ambient.
- **Com es determina:** segons el conjunt d'elements que determinen la matriu de l'incendi problema, la tolerància als danys i la capacitat del sistema d'extinció:
 - L'incendi de disseny; és la referència que serveix per determinar l'abast potencial de l'incendi pel qual es planifica el PEG determinat per situació sinòptica, patró de propagació i comportament de foc.
 - Polígons potencials i nodes de propagació; la propagació de l'incendi se subdivideix en polígons de comportament i un patró homogeni, amb nodes o "enllaços" que els relacionen.
 - Estratègia; conjunt d'accions possibles a executar pel sistema d'extinció per limitar l'abast dels danys de l'incendi al llindar de tolerància, en base als valors (població, béns immobles i medi ambient) dels polígons potencials i les possibilitats del sistema d'extinció de limitar el pas del foc pels nodes.

- **Com es dissenya i dimensiona:** en base al comportament de l'incendi i les possibilitats tàctiques del sistema d'extinció. La planificació del PEG comporta establir el comportament de foc pel qual es dissenya, atenent a les característiques bàsiques que determinen la frontologia que impactarà amb el PEG; longitud de flama i distància de salt de focus secundaris. Les possibilitats tàctiques es basen en quin tipus de maniobres es poden executar, el temps disponible, i el tipus i nombre de recursos necessaris.

Àrea de Foment de la Gestió (AFG)

- **Què és:** es tracta d'espais forestals que poden incloure també espais agrícoles actius o en desús, que per la seva ubicació i característiques dels combustibles vegetals que el componen, poden variar el comportament del foc i reduir l'escala o magnitud de l'incendi.
- **Per a què serveix:** l'AFG treballa de forma passiva reduint la capacitat de l'incendi a assolir el màxim potencial evitant o demorant les connexions entre polígons de potencial. Limitar el salt de focus secundaris pot significar que l'incendi quedi confinat en una única olla topogràfica, evitant que l'incendi pugui assolir noves conques que incrementen la magnitud final. Aquestes "traves" a la propagació poden també evitar que l'incendi assolixi una escala superior quant a comportament, inhibint per exemple l'activitat piroconvectiva, i com a conseqüència reduint la seva magnitud final.
- **Com es determina:** la base de coneixement per identificar i localitzar AFG's és la mateixa que la dels PEG's quant als incendis tipus i els polígons de potencial i les seves connexions associades. La diferència principal està en el fet que les AFG no tenen per què formar part d'una estratègia d'extinció concreta, encara que el sistema d'extinció acabi fent ús indirecte dels beneficis que li aportí una àrea tractada amb criteri de reducció de la intensitat de foc.
- **Com es dissenya i dimensiona:** en base als patrons de propagació coneguts per cada incendi tipus es mira de determinar aquells espais que poden ser claus per limitar l'activitat de foc de capçades per reduir la producció de focus secundaris, o bé identificar espais que poden generar focs de flanc on alentim la velocitat de propagació i/o reduïm intensitat. Guanyar temps a les hores de màxima propagació pel foc i posar dintre de capacitat d'extinció grans àrees facilita les tasques de control, encara que no s'hagin determinat infraestructures específiques com camins, punts d'aigua, etc.

PEG's i AFG's al Lluçanès

L'espai de la Catalunya Central es caracteritza per un règim de GIF, en la que la major part de la superfície cremada els darrers 40 anys ha estat per incendis convectius (estàndard i amb vent), com són els dels episodis dels anys 80 i 90. La resta d'incendis tipus (topogràfics i de vent) tenen una incidència en magnitud molt menor o restringida a espais molt concrets. Es tracta d'un espai afectat per incendis de tercera generació en el que els incendis fins a l'actualitat han necessitat alta disponibilitat de combustible i condicions meteorològiques severes per assolir l'activitat convectiva que els ha permès propagar amb salts de focus secundaris massius. Seria el cas dels incendis del Bages-Berguedà 1994, Solsonès 1998 o Castellnou del Bages 2005.

Amb aquest escenari d'incendis, l'estratègia de planificació d'infraestructures d'extinció (PEG's) passa per crear una trama de grans eixos de confinament per

propagacions de cap per limitar possibles salts de focus secundaris de >500 metres, i d'altres eixos que permetin l'estabilització ràpida dels llargs flancs que es creen en aquest tipus de propagació. La direccionalitat de la propagació d'aquests incendis (direcció de la columna que llença els focus secundaris) esdevé clau per saber si mirem de contenir un flanc o un cap, per determinar el dimensionament final. Donada la magnitud de les àrees a tractar es busquen grans àrees on ja siguin presents discontinuïtats de combustible o zones agrícoles fàcilment convertibles en aprofitables pel confinament d'incendis. Aquests eixos acaben configurant uns polígons potencials associats d'entre 4.000 i 8.000 hectàrees.

Estrictament, no es podran dir PEG fins que, a més a més de l'execució dels tractaments silvícoles que assegurin un comportament de foc dintre de capacitat d'extinció, no estiguin dotats dels accessos necessaris als BRP (vehícles tipus Bomba Rural Pesant), les zones segures per les dotacions de Bombers i ADF, i els abastiments d'aigua per poder assegurar que es tracta d'una infraestructura d'extinció.

En el cas del Lluçanès les AFG's s'intercalen dintre d'aquests macropolígons per tal de limitar l'abast màxim de l'incendi amb una escala de compartimentació menor, que pot ser efectiva per escenaris de comportament de foc menys sever o per col·laborar en evitar l'assoliment màxim de comportament de foc de l'incendi problema.

Treballs executats i els ajuts per la prevenció dels grans incendis forestals en les zones estratègiques

Els treballs executats en aquestes àrees estratègiques s'emmarquen en els ajuts que el Centre de la Propietat Forestal va publicar mitjançant la RESOLUCIÓ ACC/1549/2022, de 18 de maig, per a la prevenció d'incendis forestals en terrenys forestals de titularitat privada per a l'any 2022. (DOGC Núm. 8675 – 25.5.2022).

Aquesta convocatòria té com a objectiu principal garantir la prevenció dels grans incendis forestals mitjançant la reducció de la càrrega de combustible dins aquestes àrees estratègiques prèviament planificades. Aquesta planificació prèvia permet que actuant en una part del territori es pugui reduir l'efecte dels grans incendis forestals en àmbits territorials molt més extensos que d'altra manera seria inviable actuar en tota la superfície.

A través d'aquesta iniciativa, es vol incentivar als propietaris privats a prendre les mesures i realitzar les actuacions necessàries per prevenir els grans incendis forestals i protegir així el nostre entorn natural.

Aquests ajuts inclouen diverses actuacions destinades a la prevenció d'incendis, com ara la reducció de la càrrega de combustible en les zones identificades com a punts estratègics de gestió forestal (PEG) o àrees de foment de la gestió (AFG) en el marc d'un perímetre de protecció prioritària (PPP) o d'un pla tècnic de gestió i millora forestal conjunt (PTGMFc), i també en les línies de defensa, franges auxiliars i franges de baixa càrrega de combustible identificades en un instrument d'ordenació forestal (IOF) individual. En aquest bloc d'actuacions cal ressaltar els criteris tècnics que estableixen:

- Aquestes actuacions de reducció de la càrrega de combustible persegueixen donar lloc a estructures de vegetació de baixa vulnerabilitat al foc de capçada, definides com de Vulnerabilitat baixa de tipus C (ORGEST).
- Cal que aquestes actuacions tinguin continuïtat espacial dins de les àrees estratègiques aprovades en plans conjunts (PTGMFc), Perímetres de Protecció Prioritària (PPP) o Projectes d'ordenació Forestals d'àmbit Municipal (PFM).

- Les actuacions silvícoles en les Línies de Defensa (LD), Franges de Protecció (FP) o Franges d'Autoprotecció (FA) seran les que estableixin en cada cas els IOFs corresponents. Queden excloses les franges perimetrals de prevenció d'incendis en les urbanitzacions i edificacions i instal·lacions aïllades.
- En tots els casos, cal retirar o triturar les restes al voltant dels camins, a 20 m a banda i banda.

També inclou el manteniment de pistes forestals i la direcció facultativa d'aquestes actuacions. Aquests suports econòmics tenen com a finalitat fomentar les bones pràctiques en la gestió forestal i contribuir a la protecció dels nostres boscos.

En aquest cas concret que ens ocupa, en l'àmbit de l'Associació de Propietaris Forestals del Lluçanès es van atorgar 65,8 hectàrees de reducció de la càrrega de combustible en una àrea estratègica identificada com a PEG per un import de 108.872,95 euros, també es van atorgar 21,53 hectàrees en una àrea identificada com AFG per un import de 34.947,07 euros, l'arranjament de vials per un import de 2.489,00 euros i la direcció d'obra per un import de 8.778,54 euros.

Els treballs, avui en dia, estan parcialment certificats i resta pendent prop del 75 % de l'import atorgat que es preveu que se certificarà ben aviat. La reducció de la càrrega de combustible ha consistit en una aclarida de millora reduint la densitat arbrada mantenint una Fcc al voltant del 50 % o 60 % i una àrea basimètrica al voltant de 20m²/ha i una estassada de matoll, respectant un 30 % del recobriments respectant les espècies productores de fruits per conservar la biodiversitat i tractament de les restes generades mitjançant trituració mecànica. Concretament, el tractament de les restes es preveu mecanitzar en el 70% de la superfície atorgada, mitjançant maquinària tipus "BoBcat" Takeuchi 110 CV amb triturador de martells fixos (*Fotografia 1 i 2*). La resta de superfície es preveu fer manualment atesa la topografia del terreny. Els treballs l'han realitzat quadrilles formades per 3 motoserristes especialitzats i un tractorista especialitzat.

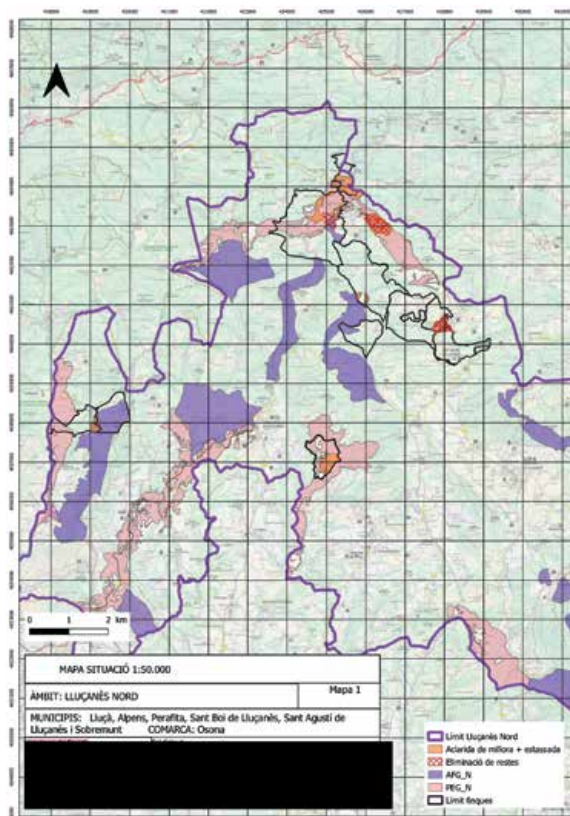


Figura 5. Mapa de situació dels treballs en l'àmbit del PTGMFc.

Taula 1. Dades expedient.

IDENTIFICACIÓ DE L'EXPEDIENT (convocatòria subvencions PREVENCIÓ D'INCENDIS 2022)						
Àrees de gestió prioritària	Superfície sol·licitada (ha)	Superfície proposada (ha)	Superfície realitzada (ha)	Import sol·licitat	Import atorgat	Import certificat
PEG	68,84	65,83	30,27	123.951,00 €	108.873,00 €	62.407,99€
AFG	22,36	21,53	16,47	39.731,50 €	34.947,00 €	30.872,00 €
				163.682,50 €	143.820,00 €	93.279,99 €

Taula 2. Dades generals dels treballs realitzats.

IDENTIFICACIÓ DE L'EXPEDIENT (convocatòria subvencions PREVENCIÓ D'INCENDIS 2022)								
Àrees de gestió prioritària	Actuació	Superf. atorgada	Superf. realitzada	Preu unitari €/ha atorgat	Preu unitari €/ha realitzat	Import atorgat	Import justificat	Tones extreptes
AFG LDC 06	Clara por lo bajo y desbroce	3,54	3,16	1.600,00 €	1.850,00 €	5.696,00 €	5.846,00 €	0
PEG XIX	Clara por lo bajo, desbroce, eliminación de restos	31,18	28,75	2.183,33 €	2.183,33 €	63.033,00 €	59.975,99 €	256,2
	Clara por lo bajo y desbroce	30,76	1,52	1.600,00 €	1.600,00 €	43.302,00 €	2.432,00 €	
	Eliminación de restos	3,88	-	650,00 €	-	2.522,00 €	-	-
AFG LDC 01	Clara por lo bajo, desbroce y eliminación de restos	5,65	5,65	1.900,00 €	1.900,00 €	10.735,00 €	10.735,00 €	306,78
AFG LDC 07	Clara por lo bajo y desbroce	1,62	-	1.600,00 €	-	2.592,00 €	-	-
	Eliminación de restos	3,06	-	650,00 €	-	1.989,00 €	-	-
AFG LDC 08	Clara por lo bajo, desbroce y eliminación de restos	3,68	3,68	2.250,00 €	1.450,00 €	8.282,00 €	5.336,00 €	697,12
	Clara por lo bajo, desbroce y eliminación de restos	3,98	3,98	2.250,00 €	2.250,00 €	8.955,00 €	8.955,00 €	



Fotografia 1. Takeuchi 110 CV amb triturador de martells fixos.



Fotografia 2. Takeuchi 110 CV amb triturador de martells fixos.



Fotografia 3. Detall treballs executats.



Fotografia 4. Vista general dels treballs executats.

JORNADA



FONDAZIONE
STUDI RICERCA
www.fondazione.it

La retenció d'aigua a partir de la gestió forestal

Joan Botey Serra. Gestor i propietari forestal (Mas Plaja de Fitor)

Teresa Baiges Zapater. Enginyera de Forests (CPF)

Carles Barriocanal Lozano. Doctor en Geologia (ICTA-UAB)

Josep Mas Pla. Doctor en Ciències geològiques (UdG)

Jordi Vayreda Duran. Doctor en Ecologia terrestre (CREAF)

Cita bibliogràfica: Botey, J.; Baiges, T.; Barriocanal, C.; Mas, J.; Vayreda, J. 2024.

La retenció d'aigua a partir de la gestió forestal. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds).

41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 32-45.

RESUM

La finca de Fitor és un altiplà que es troba a 200 m s/nivell del mar i és hidrològicament independent. S'ha estudiat al llarg de 70 anys la influència de la gestió forestal en la disminució, conservació i augment de l'aigua. Una experimentació de 7 anys de mesura en continu del creixement diametral dels arbres de suro ens dona informació sorprenent sobre la competència hídrica entre els estrats forestals al bosc. Dues experiències anteriors, una sobre la influència de construcció de feixes a bosc per la retenció d'aigua i l'altra sobre la influència d'aclarides i estassades en una petita conca de captació d'aigua de pou, ens donen llum sobre la gestió forestal a aplicar per retenir l'aigua a bosc. Finalment, s'experimenta amb sensors d'humitat i temperatura en continu per perfeccionar aquesta nova silvicultura mediterrània aplicada també a retenir al màxim l'aigua continguda a la humitat ambiental mitjançant les laurisilves existents.

Introducció

Mitjançant una perspectiva empírica i multidisciplinària de la gestió forestal en l'ecosistema mediterrani, recolzada per dècades d'experiència en una mateixa finca, s'ha identificat la necessitat d'una silvicultura que prioritza la gestió de l'aigua com a factor crucial per al creixement i la sostenibilitat dels boscos mediterranis. Aquest article descriu 5 experiments que revelen els mecanismes silvícoles efectius en aquest entorn, cadascun dels quals es correspon a una de les experiències descrites i visitades durant la jornada:

- Retenció d'aigua mitjançant construcció de feixes.
- Captació d'aigua d'una petita conca a un pou. Tractaments silvícoles per millorar el cabal.

- Tractaments silvícoles per millorar la vitalitat, el creixement i la producció de suro. Seguiment en continu mitjançant sensors LVDT durant 7 anys.
- Estassades selectives per obtenir un efecte barrera als vents freds i la condensació de la humitat ambiental.
- Camp experimental on s'estudia els mecanismes per fer arribar l'aigua a les plantes provinent de la humitat atmosfèrica i la termodinàmica forestal.

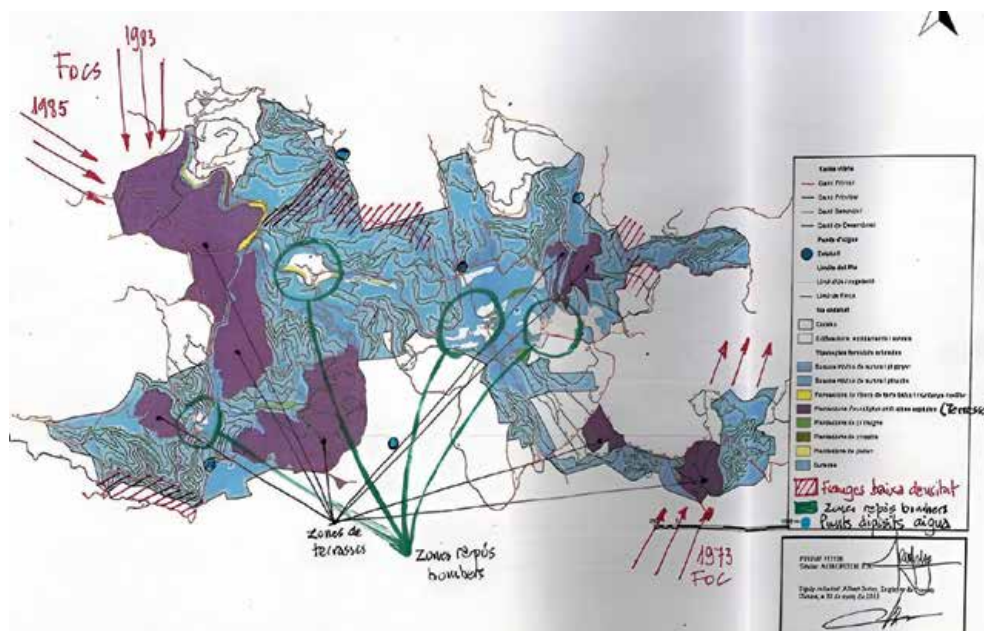
Es proposen així els fonaments per a una silvicultura autènticament mediterrània, que podria guiar un desenvolupament més efectiu d'aquests boscos. Aquest enfocament integrat reconeix la complexitat de l'ecosistema mediterrani i la importància crítica de l'aigua en la seva dinàmica. Es destaca la importància de les pràctiques de maneig forestal que promouen la retenció de l'aigua en el sòl i la conservació dels recursos hídrics del bosc gestionant selectivament els estrats vegetals per mantenir un ambient fresc i humit, afavorint la captació i la retenció de la humitat ambiental. Aquesta silvicultura adaptada al Mediterrani ofereix un marc integral per a la gestió sostenible dels boscos a la regió.

Retenció d'aigua mitjançant construcció de feixes

(Joan Botey S.)

El mètode més antic mediterrani utilitzat en agricultura és la construcció de feixes. Al Mas Plaja de Fitor, en concret a l'indret anomenat Mallol d'en Cals (*Figura 1*), entre els anys 1978 i 1985 es va afeixar el terreny en feixes amb la intenció de retenir aigua per la plantació d'arbrat i d'actuar de tallafocs. Des del 2019 s'han recuperat i mantingut feixes per millorar l'accessibilitat a l'arbrat i la fertilitat dels llocs pitjors (*Taula 1*). Mallol en català antic vol dir vinya, el que ja ens demostra que és un lloc sec i orientat a migdia, no gaire apte per la fertilitat.

Figura 1. Pla d'incendis de la finca de Fitor on en color morat s'observen les feixes repoblades.



Taula 1. Quadre d'intencions al crear les feixes.

Millorar fertilitat en llocs dolents	Actuar de tallafocs	Millorar accessibilitats	Retenir aigua
Des de 2019	1983, 1985	2019	Des de 1978

Dos incendis d'ampli front, procedents de Fonteta i Sant Pol respectivament, els anys 1983 i el 1985, varen ser aturats a les feixes sense necessitat d'ajuda. Això va ser per la dificultat en evolucionar en situació descendent, en crear-se ells mateixos un remolí que fa pujar les flames (*Figura 2*). El resultat va ser molt bo. El fet que les feixes es creessin recentment va ajudar a rebaixar la virulència del foc.



Figura 2. Esquema on s'observa la funció de tallafocs de les feixes. Es tracta de jugar amb camins careners i feixes a contrapendent.

La primera actuació, el feixat, provoca un fort impacte, però és molt agraïda pel que fa a retenció d'aigua (*Fotografia 1*). Les actuacions a les feixes es resumeixen a la *Taula 2*. Després d'una primera plantació i aprofitament d'eucaliptus, la massa forestal es compon d'un bosc mixt de regenerat d'alzina surera i eucaliptus que permet tant l'aprofitament de fusta com de suro (*Fotografies 2 i 3*).



Fotografia 1. Imatge de les feixes poc temps després de ser fetes, l'any 1977. Un gran aiguat ho va convertir en bancals d'aigua com un arrossar de Tailàndia. Tot gràcies a una excel·lent construcció amb un 3 % de pendent interior.

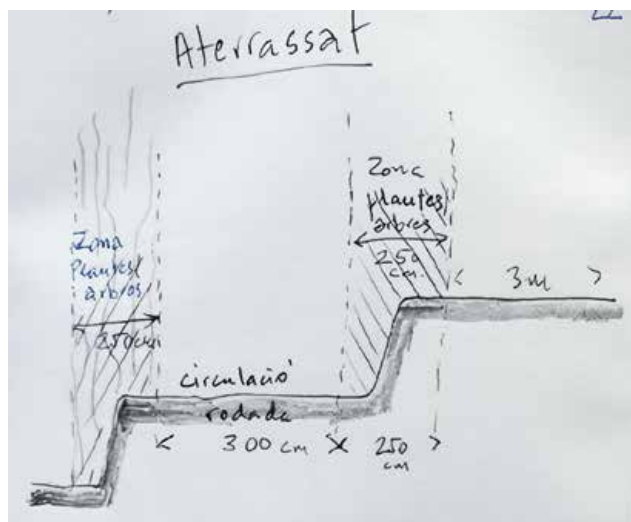
Taula 2. Actuacions dutes a terme a la zona afeixada.

Actuacions i anys				
Afeixat	Plantació eucaliptus	Tallada Eucaliptus	Regenerat Suro*	Lleva Suro
1977	1978	1993, 2008, 2024	1995-2004	2009, 2022

*Lazina surera és autòctona i es va implantar perfectament mitjançant regeneració de tanys.

El 2019 es troba un sistema de mecanització del manteniment de les feixes (Figura 3), i amb ell la possibilitat de concentrar la captació d'aigua i la millora de la fertilitat, mitjançant l'actuació a feixes alternes, unes per accedir-hi i les altres per concentrar matèria orgànica procedent de la gestió. Les feixes per accedir-hi i que es mantenen mecànicament representen un 27 % de la superfície total, el que vol dir que en aquesta extensió l'aigua no es consumeix sinó que s'acumula al lloc. El resultat és evident i esperançador: les dues espècies, suro i eucaliptus, conviuen perfectament.

Figura 3. Esquema del manteniment altern de feixes sense arbrat. Les formacions forestals s'acumulen als marges, donant ombra a les vies amb menys evapotranspiració, i són explotades des de les vies habilitades alternes.



Fotografies 2 i 3. Aprofitaments del suro en bosc mixt amb eucaliptus, la primera foto de l'espelagrinat el 2009, i la segona, ja en un ambient més frondós, el 2022.

Amb aquesta accessibilitat, tots els aprofitaments són possibles: la fusta, fent-la caure als carrers i arrossegant-la mitjançant cabrestant a places de càrrega, i el suro i la llenya mitjançant pick-up.



Captació d'aigua d'una petita conca a un pou. Tractaments silvícoles per millorar el cabal

(Josep Mas P., Joan Botey S.)

Aquesta experiència s'ubica en una conca forestada d'unes 6 hectàrees que ha tingut un creixement vegetal exponencial en els darrers 70 anys. En aquesta conca hi ha un pou de l'època dels romans, que des de la seva reconstrucció el 1950 ha estat un pou de molta aigua amb molt poca fondària. Però en els darrers 20 anys, ha anat disminuint el seu cabal fins situar-se, el 2023, per sota de l'alçada on es pren l'aigua per abastir la casa.

Es decideix actuar forestalment sobre la conca per retornar-la a l'estat vegetatiu d'aleshores i registrar el punt d'inflexió de l'augment de nivell d'aigua.

Es parteix de les següents hipòtesis:

- Si fem extraccions forestals de la conca i les quantifiquem, podem avaluar la quantitat d'aigua que havia consumit la vegetació tallada durant el seu creixement, aplicant la relació de 0,5 litres d'aigua per gr de C present a la vegetació extreta, que és la fórmula que es fa servir per la fotosíntesi, és a dir el rendiment fotosintètic (*Taula 3*).
- Si aquesta vegetació no torna a sortir, perquè estassem sistemàticament, o tenim bestiar remugant que ho pastura molt tendre, podríem pensar que aquesta aigua que estalviem romandrà saturant a la conca i, tard o d'hora, anirà com a aigua blava al pou.
- Les extraccions forestals de sotabosc són, de molt, les que més aigua absorbeixen, ja que el creixement calculat just en un camp experimental molt proper, durant 7 anys va donar en verd 5 t/ha/any.

Es tracta d'una conca de 3 hectàrees de conreus i 3 hectàrees de bosc amb sotabosc. Els conreus es mantenen erms i pasturats cíclicament per vaques de l'Albera, així com l'àrea boscosa. S'espera amb aquest estalvi potencial d'aigua es restableixi el cabal de recàrrega i hi hagi un punt d'inflexió en el nivell fins ara minvant del freàtic.

Aquest punt d'inflexió es pretén registrar mitjançant sondes al pou i a les mines, combinat amb dades d'una estació meteorològica. El disseny experimental vol agrupar els nivells freàtics de pou i mina simultàniament amb les dades de l'estació meteorològica de pluviometria, temperatura, humitat relativa i vent, per així estudiar la capacitat de la conca a restablir-se i poder enregistrar el punt d'inflexió i el temps per arribar-hi.

La restauració de la conca no han estat únicament treballs de gestió forestal, sinó que també s'ha restaurat les rases que abastien unes basses i un cap de mina.

Taula 3. Extraccions forestals de la conca i el seu consum d'aigua potencial diari.

	LLENYA SURO	ALZINA	FUSTA DE PI	SOTABOSC
Kg extrets	14680	12000	14000	150000
Kg secs	10000	8400	10000	50000
Període (Anys)	50	40	50	10
Kg secs/any	200	210	200	5000
m³ aigua/dia (0,5 l./gr de C)	0,54	0,29	0,54	68,49



Fotografia 4. La fotografia respon a la pela del suro en aquest lloc el any 1955, on podem veure l'absència de sotabosc, per ser aleshores font d'energia com a carbonet per les llars o per les fàbriques de ceràmica en forma de feixos.

Tractaments silvícoles per millorar la vitalitat, el creixement i la producció de suro. Seguiment en continu mitjançant sensors LVDT durant 7 anys

(Teresa Baiges Z., Joan Botey S.)

Aquest treball de recerca no fou originalment pensat per relacionar-lo amb l'aigua, sinó amb la producció de suro, però va evidenciar el dramatisme de la competència per l'aigua dintre de bosc. Tingué lloc a pocs metres de l'anterior conca de recaptació d'aigua de pou.

Així, es presenten els resultats d'un estudi pioner que es va dur a terme entre els anys 2000 i 2007 per tal d'avaluar quantitativament els efectes de dos tractaments (aclariada de selecció i estassada) en diversos indicadors de creixement i vitalitat de les suredes i sobre la producció de suro. Amb aquesta finalitat, es va usar per primera vegada, en l'àmbit forestal de Catalunya, els sensors LVDT, una eina de precisió en l'estudi del creixement dels arbres. L'estudi va ser dut a terme per l'equip investigador liderat pel doctor Jordi Luque de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA) a partir d'un finançament inicial de fons FEDER i, en una 2ª fase, amb finançament del Centre de la Propietat Forestal.

Els resultats d'aquest estudi van permetre establir i quantificar una relació positiva entre la realització d'estassades i el creixement de l'arbrat. Aquesta relació va ser utilitzada per justificar la inclusió de l'estassada de sotabosc a l'European Climate Change Programme (ECCP) com a mesura afavoridora de l'efecte embornal dels boscos mediterranis.

La parcel·la experimental era un quadrat de 55 x 55 metres dividit en 4 subparcel·les de 25 x 25 metres amb uns passadissos centrals en forma de creu de 5 metres d'ample. Els dos tractaments silviculturals es van aplicar a finals de la primavera de l'any 2000 en les 4 combinacions possibles:

- Parcel·la 1: estassada i tallada selectiva
- Parcel·la 2: estassada
- Parcel·la 3: tallada selectiva
- Parcel·la 4: control



Fotografia 5.
Detall de la instal·lació d'un sensor en un arbre.

La tallada de selecció va rebaixar la densitat fins a 300-500 peus/ha (aproximadament un 50 % sobre el nombre de peus). L'estassada va ser arreu en tota la superfície. Les restes es van eliminar de les parcel·les. La resposta dels arbres a aquests tractaments va ser analitzada entre els anys 2000 i 2006 mitjançant el seguiment de tres paràmetres:

- **Vitalitat dels arbres**, calculant l'Índex de Decandiment (ID) a partir de 10 variables.
- **Creixement anual en diàmetre de tronc i branques**. El creixement del tronc es va determinar de manera contínua en el temps en 8 arbres per parcel·la mitjançant l'ús de sensors LVDT. El creixement de les branques es va obtenir a partir de mostres (en 12 arbres a raó de 15 mostres per arbre) mesurant la longitud dels branquillons.
- **Producció de suro**: a partir de la recollecció de mostres sobre les quals es va determinar el gruix dels anells de suro.

El gràfic de la *Figura 4* és ja molt aclaridor del que va passar a bosc. En les dues primeres parcel·les s'ha estassat i, com que el sotabosc, tal com hem vist en l'experiència anterior, és gran consumidor d'aigua, en alliberar-lo automàticament els arbres creixen un 300 %. L'aigua era un limitant directe del creixement. Una observació complementària és el fet que les estassades arreu no deixen humitat superficial, perquè el vent l'escombra, i indicadors com les falgueres desapareixen.

La dilatació/contracció diària del tronc és la bomba que puja la saba des de les arrels a la punta de les fulles més altes. La capilaritat n'és una part, però aquest efecte de bombeig és molt més potent. Dels estomes de les fulles hi haurà la transpiració que en contacte amb el sol s'evaporarà, és a dir que, canviarà d'estat, de líquid a vapor, absorbint calor i per tant refredant l'aire al voltant de la fulla. Aquest aire fred baixa fins a terra i, per tant, aquesta és la termodinàmica forestal que cal aprofitar.

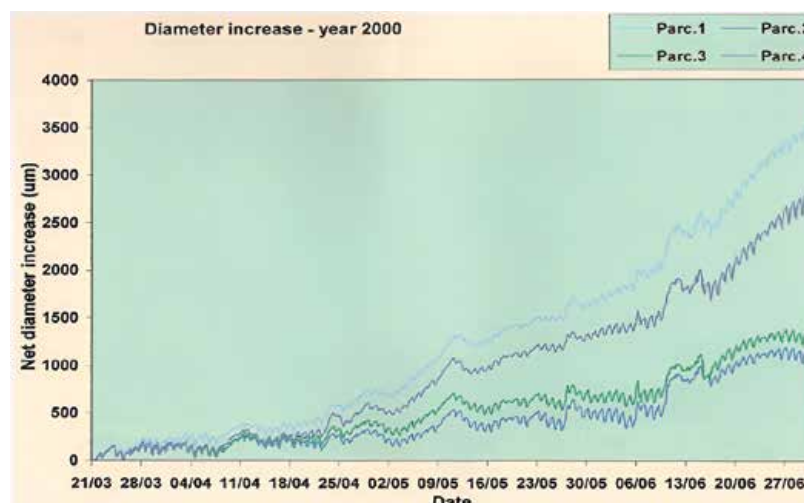


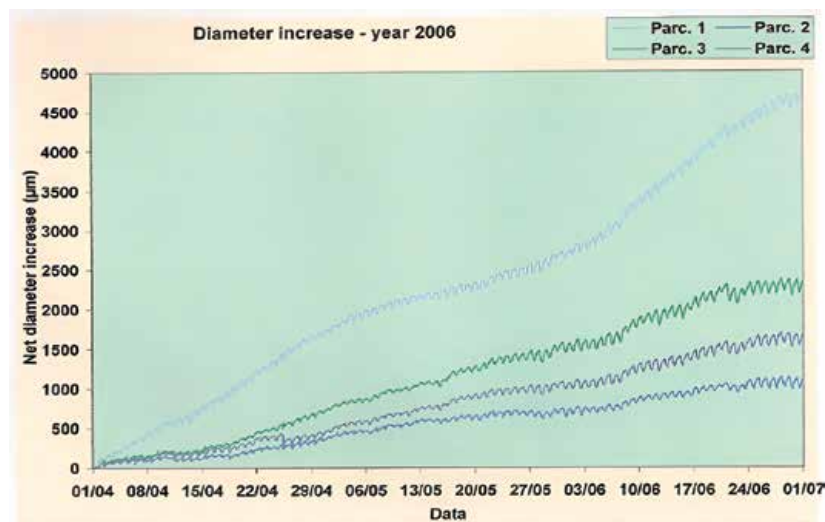
Figura 4. Gràfic de creixement net en diàmetre de les sureres l'any 2000, just després dels tractaments. P1: Estassada de sotabosc i aclarida. P2: Estassada de sotabosc. P3: Aclarida. P4: Control.

El gràfic de creixement és tan precís que fa una oscil·lació diària, la contracció respon al dia i la dilatació a la nit. Les dilatacions/contraccions són més marcades a partir del mes de juny, tot perquè en el suro l'activitat de la saba comença a casa nostra al mes de març. A partir de finals d'abril els creixements comencen a separar-se, i a partir del juny el creixement del primer ja triplica el darrer.

Les conclusions extretes de les dades obtingudes en el període 2000-2005 van ser:

- **Les intervencions silviculturals beneficien clarament la massa forestal**, ja que augmenten la vitalitat, el creixement i la producció de suro dels arbres. **L'eliminació del sotabosc és més eficaç que les aclarides** per potenciar la vitalitat i el creixement de la massa forestal.
- **Els efectes dels tractaments tenen una durada variable en funció dels paràmetres estudiats**; n'hi ha que presenten una resposta ràpida però de curta durada (creixement de les branques) i n'hi ha d'altres de durada més llarga (creixement del tronc en diàmetre). Un creixement del diàmetre alt i sostingut en el temps hauria de permetre una reducció en els torns de pela de la surera.
- A partir del 4t any la majoria de les variables mesurades ja no es veuen influïdes pel tractament, excepte **el creixement en diàmetre, que seguia mostrant diferències significatives entre parcel·les, fins al 6è any**.

D'acord amb aquesta evidència, es decideix tornar a estassar la parcel·la 1, i al cap de poques hores ja torna a créixer un 300 % més, com va fer al començament (Figura 5). Per altra banda, el sotabosc mesurat d'aquests sis anys torna a ser 5 t verdes/ha/any.



Estassades selectives per obtenir un efecte barrera als vents freds i la condensació de la humitat ambiental (Carles Barriocanal L., Joan Botey S.)

Aquest estudi evidencia que l'aigua de pluja no cobreix els creixements vegetals i existeixen altres fonts d'aigua tant o més importants que cal gestionar mitjançant una altra silvicultura. Ens adonarem que els boscos que captaven aigua de l'humitat ambiental eren més frescos a l'estiu i que la temperatura dins de bosc era un paràmetre a tenir en compte per avaluar una bona gestió forestal.

Vàrem estudiar, en un indret anomenat la Planeta de la Canyella, mitjançant estassades selectives de bruc, i també d'arboç, fer que el bosc presentés, amb el menor nombre de peus possible, la major cobertura del terra. I que a nivell de terra, el bruc



Fotografies 6 i 7. El teixit del bruc jove és el millor filtre tridimensional per recaptar humitat de l'ambient, formant-se un núvol saturat al voltant d'ells. Si l'extraïem del bosc amb els troncs de formació alta, l'obliguem a brotar de terra formant barreres als vents, que amb la presència de l'arboç o el marfull de fulla encerada la humitat captada hi condensa en microgotes que després esdevenen gotes a terra.

presentés la màxima barrera als vents, de forma que fos un guardià de l'aire fred provinent de la termodinàmica forestal.

Aquesta trampa d'aire fred ran de terra, provoca un gradient de temperatura amb la part alta del bosc, amb humitats relatives altes, que provoquen la condensació de l'aigua pel tàndem de laurisilves bruc/arboç.

El bruc, degut a la gran superfície de la seva petita fulla és el recurs cabdal per ser filtre de captació. Però, curiosament, aquesta planta no és capaç d'absorbir la humitat que l'envolta i necessita les fulles encerades de les laurisilves per portar aquesta aigua a terra (*Fotografies 6 i 7*).

Des d'aquest camp experimental, es pot veure com pel creixement de les plantes, l'aigua que consumien era molt superior al que podien arregar de la pluja. Els dies humits durant l'any són molt més freqüents que els de pluja, una captació de 3 litres dia/m² és molt petita (va de 2 a 20 l/dia/m²) però, només amb això ja quasi dobla el que aporta la pluja (*Taula 4*).

El bosc a Les Gavarres és una laurisilva potent, o sigui amb possibilitats de captar aigua de la humitat ambiental (*Taula 5*). Només cal que la silvicultura a aplicar ho conegui.

Taula 4. Ordre de magnitud de les aportacions al bosc d'aigua (Pluja, ambiental i subterrània) i la seva freqüència, en una finca situada a 200 m.s.n.m. a la costa mediterrània.

Font hídrica	Freqüència (dies / any)	Litres / m ² / any	L / dia / m ² / event	L / dia / m ² sobre 365 dies
Pluja	48	600	12,5	1,64
Captació Humitat	300 (*)	900	3	2,46
Transpiració	365 (**)	365	1	1
TOTAL				5,10

Aquí s'hauran de restar les pèrdues per evaporació i per escorrenties per conèixer la quantitat real de les aportacions.

(*) S'han calculat 300 dies de brises humides procedents del mar, però les hores seran una important reducció, i la seva captació dependrà de les condicions i LAI dels boscos.

(**) Per a la transpiració s'ha calculat un creixement mitjà de 7,3 m³/Ha/any amb un rendiment fotosintètic de 500 gr d'aigua per gr de C.

Taula 5. Capacitat de diferents vegetals per captar la humitat ambiental i refredar un bosc segons la seva superfície i pes de la fulla.

Espècie	LAI (m ² / m ²)	Pes fulla (Kg / m ²)	LAI / Pes (*)
Bruc (<i>Erica arborea</i>)	4,5	0,19	23,68
Arboç (<i>Arbutus unedo</i>)	2,9	0,17	17,05
Alzina (<i>Quercus ilex</i>)	2,9	0,20	14,50
Estepa (<i>Cistus monspeliensis</i>)	0,6	0,16	3,75

(*) LAI / Peso : J. Botey (2013)

Camp experimental on s'estudien els mecanismes per fer arribar l'aigua a les plantes provinent de la humitat atmosfèrica i la termodinàmica forestal

(Jordi Vayreda D., Joan Botey S.)

Seguint les evidències trobades a l'experiment anterior, en el marc del projecte LIFE-BIOEFFORMED, es planteja un disseny experimental per tal d'avaluar l'efecte que pot tenir el fet de retenir l'aire fred procedent de la termodinàmica forestal diària a les zones baixes del bosc per, amb aquest gradient tèrmic, provocar una condensació nocturna d'aigua al sòl procedent d'una atmosfera saturada.

S'escull un rodal representatiu de les condicions habituals a les Gavarres. Es tracta d'una zona d'aproximadament 1 hectàrea, encarada a nord-est, d'acord amb l'orientació del vent dominant (tramuntana) i on la qualitat d'estació és més alta. Hi ha peus de pinyer i suro en baixa densitat. S'estableixen 2 tractaments i un control:

- Estassada arreu en una franja de 0,2 hectàrees. Les restes es desembosquen a la pista i es trituren.
- Estassada selectiva peu a peu en una franja de 0,4 hectàrees. S'extreu només el bruc i els arboços de major alçada, sempre garantint la cobertura del sòl (ombrejat total). Les restes es trosseggen *in situ* amb motoserra i es deixen escampades al rodal.
- Control sense actuació. En una franja de 0,4 hectàrees, en la qual no s'hi ha fet cap actuació.

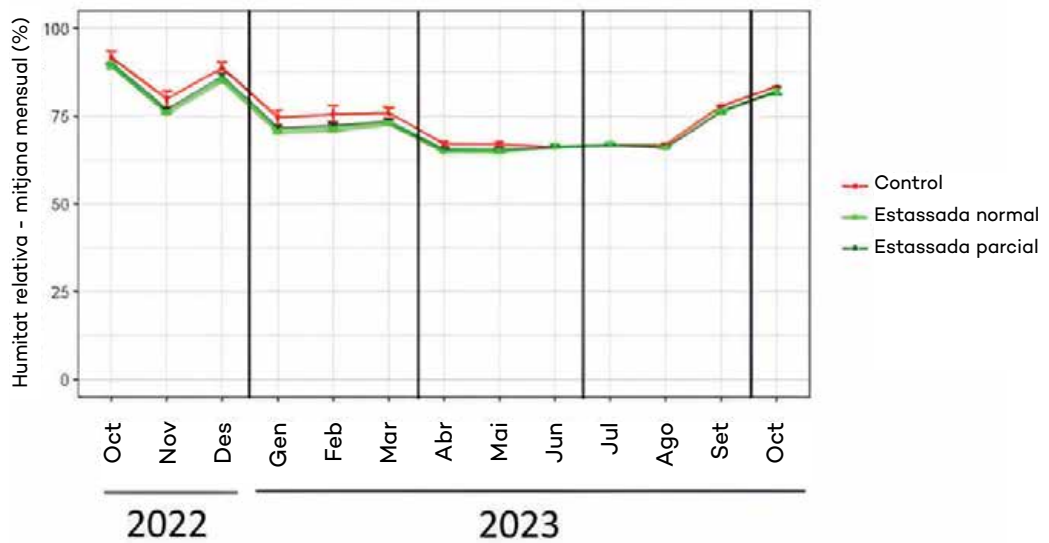
I s'hi instal·len uns sensors d'humitat i temperatura de l'aire i uns sensors d'humitat del sòl. La instal·lació, seguiment i tractament de les dades van a càrrec del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). A la *Figura 6* es mostren els resultats preliminars de l'experiment.

Al gràfic de la *Figura 6*, a *dalt*, es pot observar que la humitat relativa de l'aire es manté amb valors lleugerament superiors a la zona control respecte a les dues zones estassades durant tots els mesos excepte els mesos d'estiu (juny, juliol i agost), els més crítics per la vegetació, on les diferències desapareixen. Al gràfic de la *Figura 6*, a *sota*, es pot observar que el contingut d'aigua del sòl es manté amb valors lleugerament inferiors a la zona control respecte a les dues zones estassades només durant els mesos d'hivern (gener, febrer i març) a la resta de mesos no hi ha diferències. Es pot concloure que l'estrat arbustiu a la zona control consumeix més

aigua que a les zones estassades on l'estrat arbustiu només ha tingut un any per recuperar una part de les fulles i, per tant, de superfície que transpira. La quantitat de restes que s'han mantingut sobre el sòl a la zona estassada ha pogut evitar evaporació directa de l'aigua per l'efecte *mulching*. Aquestes diferències desapareixen durant els mesos d'estiu, que són els més crítics per la vegetació.

Serà necessari mantenir el seguiment un mínim de 2 anys més, per veure l'efecte del rebrot del bruc estassat com a captador de la humitat ambiental, que després condensarà la laurisilva d'arboç i marfull.

Humitat relativa de l'aire



Contingut d'aigua al sòl

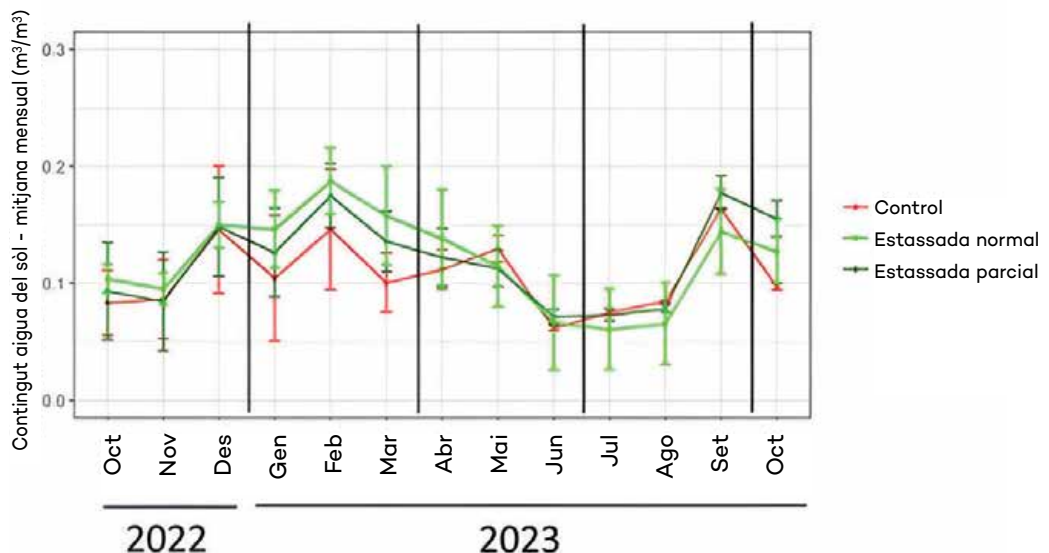


Figura 6. A sobre: Humitat relativa de l'aire (%) mitjana mensual i error estàndard per als dos tractaments (estassada total i parcial) i zona control. A sota: Contingut relatiu d'aigua (m^3 d'aigua/ m^3 de sòl) mitjana mensual i error estàndard per als dos tractaments (estassada total i parcial) i zona control.

Conclusions

Després de prop de 50 anys d'adaptació i treballs d'aterrat, el canvi cap a una molt major frondositat ha estat possible gràcies a un major emmagatzematge d'aigua, a l'alliberament del consum d'un 27 % del territori a favor de la resta i sense exposició directa al sol, una major resistència als incendis, una mecanització adaptada al lloc, i una accessibilitat màxima als productes del bosc. Possiblement un bosc preparat pel segle XXI.

Els sensors d'augment de diàmetre dels arbres LVDT van evidenciar la tensió i competència constant entre els diferents estrats arboris, fins al punt de delimitar que el consum del sotabosc és el més important en el balanç final, conjuntament amb l'ombregjat o la cabuda coberta.

És important ressaltar el fet que l'estassada arreu posa l'aigua consumida a disposició dels arbres, però no és capaç de mantenir l'humitat a terra i és una font d'evapotranspiració important. De fet, els indicadors com les falgueres desapareixen i només proliferen en la parcel·la d'aclarida d'arbres.

Creiem que la millor gestió de cara a aprofitar al màxim l'aigua que ens envolta és evitar que el sol arribi a terra, treballar amb la màxima cobertura tant d'arbres com arbusts, amb el mínim de peus per assolir aquesta cobertura. Fer servir els arbusts baixos per barrera als vents i guardar humitat i temperatura ran de terra. Treballant així haurem aconseguit una Silvicultura Mediterrània que tingui en compte l'aigua i la temperatura dins de bosc.

Tots aquests treballs es recullen o s'originen en un article primer publicat per Joan Botey a les Actes del CFE a Vitòria, el 2013, actualitzats i contextualitzats en 2 articles complementaris fets pels Dr. Carles Barriocanal L. i el Dr. Josep Mas Pla. El CPF també ha publicat dues fitxes pràctiques que hi fan referència.

Referències

- Barriocanal C. i Botey J. (2024) *Experiències per una silvicultura Mediterrània: el cas de les suredes de les Gavarres*.
- Botey, J. (2013). *Bases para la creación de una silvicultura genuina Mediterránea*. 6º Congreso Forestal Español. 6CFE01-276. https://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/14486/14329
- Botey J. Baiges T. i Vayreda J. (2024) *Gestió del matollar per augmentar la disponibilitat hídrica en una sureda a les Gavarres, creant i condensant humitat ambiental*. Fitxa pràctica. Revista silvicultura 90. Centre de la Propietat Forestal.
- Mas-Pla J. (2024) *Bosc i aigua, un binomi particular*.
- Luque, J. (2005). Estudi de l'efecte de diferents tractaments silviculturals sobre la vitalitat, el creixement i la producció de suro. Fitxa tècnica de recerca. Centre de la Propietat Forestal.

A photograph of a pine forest with a brown overlay on the left side containing text. The forest consists of tall, thin pine trees with green needles, some with brown cones. The ground is covered in dry grass and low-lying green shrubs. The sky is a clear, bright blue. The brown overlay on the left is semi-transparent and contains the text 'JORNADA' and a large number '4' in white.

JORNADA

4



Estassades selectives: beneficis i directrius tècniques per a la seva implementació

Eduard Busquets Olivé. Enginyer Forestal i Màster en Incendis Forestals. Especialista KTT&D+i del CTFC.

Mario Beltrán Barba. Enginyer de Forests. Cap de grup KTT&D+i del CTFC.

Cita bibliogràfica: Busquets, E.; Beltrán, M. 2024. Estassades selectives: beneficis i directrius tècniques per a la seva implementació. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 46-63.

RESUM

La necessitat d'aquesta jornada i article sorgeix arrel de comprovar en la nostra pròpia pell i compartint experiències amb altres professionals del sector coincidint amb la dificultat real de que les estassades s'executin correctament, d'acord amb el Plec de Condicions Tècniques, i que siguin realment selectives. L'article se centra en l'experiència viscuda en els Boscos d'Aiguamúrcia (Alt Camp), propietat de Diputació de Tarragona, amb PTGMF aprovat al 2022. Aquest PTGMF té com a principals objectius: prevenció d'incendis, conservació de l'hàbitat amb pastura arbrada i millora dels usos recreatius i de lleure. Davant aquest escenari, les estassades selectives es presenten com una eina idònia per assolir tots els objectius marcats. Els tractaments que es visiten es van executar dins de les actuacions del projecte Life AgroForAdapt. Aquest article, redactat des de la direcció tècnica amb col·laboració de l'empresa executora, exposa els beneficis de les estassades selectives, les dificultats tècniques trobades i com a cloenda una discussió de possibles millores per assegurar una bona execució d'aquestes.

Introducció

Si agafem el *Diccionario Forestal de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF)* i busquem el concepte estassada (*cast. desbroce*) la definició que ens trobem és la següent:

- **Estassada.** (Silv.) Operació que consisteix en reduir, sobre un rodal, la presència de mates i arbustos. Les seves diferents variants resulten de la combinació de: acció sobre les espècies (total o selectiva), acció sobre l'espai (arreu o parcial), mètode d'execució (manual, mecanitzat o químic) i acció sobre la planta afectada (esbrollar* o arrancar). Ang.: *brush out / clearing of undergrowth*.

*Esbrollar (Treb. For.) mètode de realitzar una estassada de forma que les mates o arbustos afectats són tallats pel coll de l'arrel. Antigament el concepte esbrollar s'utilitzava com sinònim de *recepe* (cast.). Ang.: *brush-cutting*

Les estassades totals, en un context actual on la societat reclama cada cop més la valorització dels usos i serveis de tots els elements implicats de la biologia i ecologia del bosc, són una pràctica massa intensiva i que només s'hauria de reservar en casos molt excepcionals i degudament justificats (ex: combatre espècies invasores). Inclús en la prevenció d'incendis forestals, on es podria considerar que les estassades totals estan indicades per evitar qualsevol tipus de continuïtat vertical i el conseqüent risc de que un foc de superfície passi a capçades, no estan indicades en base a documentació legal i/o tècnica.

La Llei 5/2003, de 22 d'abril, de mesures de prevenció d'incendis forestals en infraestructures urbanes situades en terrenys forestals, estableix l'obligació d'assegurar l'existència d'una franja exterior de protecció (amplada \geq 25 m). Aquesta obligació l'han de complir d'acord amb els criteris de vegetació establerts en el Decret 123/2005, de 14 de juny. Aquest Decret, en franges amb masses d'arbrat adult, permet una cobertura de l'estrat arbustiu de fins al 15 %. Quan la franja es troba en una cobertura vegetal de només matollar el percentatge de cobertura és més laxa i permet cobertures de fins el 35 %. Fins i tot, amb un pendent superior al 40 % es pot modificar els criteris establerts, sempre segons el criteri d'un enginyer forestal/forests, amb l'objectiu d'evitar l'erosió i garantir tant l'estabilitat del terreny com la seguretat de les persones i dels béns.

Les Orientacions de Gestió Forestal Sostenible de Catalunya (ORGEST) constitueixen eines tècniques d'ajuda a la gestió forestal en el actual context de canvi global i són la referència en la planificació forestal a Catalunya. Aquests models recullen elements de decisió, models silvícoles adaptatius i recomanacions de gestió forestal amb l'objectiu preferent de prevenció d'incendis i posada en valor del boscos de Catalunya, sota la premissa d'una gestió forestal sostenible i multifuncional. Els models de gestió que inclouen l'augment de la resistència al foc i les Claus de Vulnerabilitat al foc de capçades (CVFoc, Piqué et al. (2011)) es van fer conjuntament entre el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) i el Grup d'Actuacions Forestals (GRAF) dels Bombers de la Generalitat. Així doncs, avalats pel mateix servei d'extinció d'incendis forestals, aquests models permeten una cobertura màxima de l'estrat arbustiu del 25-30 % (depenent de l'espècie arbrada dominant).

Per tant, fixant-nos en la documentació legal i tècnica no es recomana deixar els nostres boscos sense un estrat tant rellevant com és l'arbustiu. Aquesta és una resposta fàcil per remarcar la necessitat de les estassades selectives. Les següents preguntes són les que ens faran pensar i debatre més i aquest article/jornada té com objectiu intentar resoldre-les o si menys no posar-les sobre la taula per buscar solucions. Quins són els beneficis ecològics de l'estrat arbustiu? Quines espècies s'han de procurar conservar? La selecció d'espècies depèn de l'objectiu que ens haguem marcat? La distribució dels individus arbustius és millor que sigui peu a peu o per grups/cops? És veritat que els rendiments de les estassades selectives és menor que les totals perquè els treballadors han d'anar amb més cura? Les estassades selectives només són viables si es fan manuals? És realista esperar que es faci una correcta selecció d'espècies davant d'un escenari generalitzat de mà d'obra poc professionalitzada i amb escassa o nul·la formació forestal? Quina estratègia podem fer per assegurar-nos que el que es redacti en el Plec de Condicions Tècniques s'acabi aplicant correctament (i que hagi estat dissenyat també correctament)? És el marcatge una via per solucionar-ho? Com es marca una estassada selectiva? Bé doncs, comencem a intentar respondre-ho tot!

Beneficis ecològics de l'estrat arbustiu

L'estrat arbustiu juga un rol crucial en els ecosistemes forestals oferint un ampli ventall de beneficis ecològics. Els arbustos contribueixen a la biodiversitat forestal oferint tant hàbitat com recursos alimentaris per diverses espècies silvestres d'ocells, mamífers i insectes (Camprodon, 2013).

Pel que fa a l'hàbitat, l'estructura vertical de la vegetació és un factor encara més important que la composició en espècies llenyoses. És prou coneguda la interacció entre els ocells i l'estructura de la vegetació (MacArthur & MacArthur, 1961; Willson, 1974). Així, s'estableix una correlació positiva entre la riquesa i abundància d'ocells i el perfil vertical de vegetació amb tota la seva complexitat d'estrats (herbaci, arbustiu, lianes i arbori), fins al punt que en alguns boscos es poden distingir clarament dos estrats arbustius (alt i baix) (Camprodon, 2013). De fet, aquest factor s'analitza en l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP) on es diferencia dos estrats: Molt baix (< 1,5 m) i Baix (1,5 – 5 m). En l'IBP, perquè aquests dos estrats puguin ésser comptabilitzats, han de presentar un recobriment ≥ 20 %.

També s'ha de destacar la rellevància d'aquelles espècies productores de pol·len i nèctar per l'emergència del declivi de la diversitat dels organismes pol·linitzadors a nivell mundial, tal com recull l'informe de la Plataforma Intergovernamental Científic-normativa sobre Diversitat Biològica i Serveis dels Ecosistemes (IPBES) (Potts *et al.*, 2016). En les nostres latituds són els insectes els que duen a terme la pol·linització de forma majoritària (MITECO, 2020). Segurament el primer insecte que ens ve a la ment com a pol·linitzador és l'abella. Tot i així, reconeixent la rellevància de les abelles mel·líferes degut al sector econòmic que mou (Cambra, 2010), la pol·linització efectiva de l'àmplia diversitat de plantes amb flors i, per tant, el manteniment de la integritat dels ecosistemes terrestres, requereix de la participació de tota la gamma de pol·linitzadors que al llarg de l'evolució han desenvolupat relacions amb les plantes del seu entorn i asseguren l'òptima reproducció i propagació d'aquestes (MITECO, 2020). De fet, a Espanya hi ha una estratègia nacional per la conservació dels pol·linitzadors aprovada per Conferència Sectorial de Medi Ambient el 21 de setembre del 2020 on es compromet a promoure hàbitats favorables pels pol·linitzadors. L'informe de l'Estat de la Natura 2020 de Catalunya (Brotons *et al.* 2020), recull les tendències pròpies del nostre àmbit, en línia amb el descrit de manera genèrica. Per tant, aquesta informació també ja ens dona indirectament algunes directrius a l'hora d'escollir espècies arbustives a mantenir.

Els arbustos no només són un recurs alimentari per la fauna silvestre, sinó també per bestiar domèstic (pastura, *Fotografia 1*) sobretot en indrets on la producció de l'estrat herbaci és escassa o poc palatable. Taüll *et al.* (2016) han identificat 24 Tipologies de Pastures Arbrades (TPA) per a 12 formacions arbrades pures caracteritzades en el marc de les ORGEST. Aquestes TPA, a part de valorar la qualitat de la pastura, també identifiquen les principals espècies arbustives existents, diferenciant-les si són palatables o no, i els assignen un Índex de Palatabilitat (IP). L'IP oscil·la entre 0 i 1 (0 = no palatable), 1 = palatable). Un valor superior a 0,5 indica que les espècies bones palatables són les que tenen més recobriment dins de la TPA. Aquesta és una publicació molt útil de cara a la selecció d'espècies arbustives a mantenir quan s'apliquen tractaments silvícoles per establir sistemes de pastura sota arbrat, com és el cas del disseny de les actuacions del PTGMF dels Boscos d'Agüamúrcia que es visiten a la jornada.

Pel que fa a dinàmiques ecosistèmiques, els arbustos poden generar condicions micro-climàtiques generant ombra, reduint extrems de temperatura, condicionant la circulació de vents superficials i moderant els nivells d'humitat que permeten crear condicions favorables pel creixement de plantes i millorar la diversitat. S'ha demostrat que els arbustos actuen com espècies mainaderes per a certes plàn-tules d'arbres, especialment a la regió mediterrània (Castro *et al.*, 2004; Martínez,

2003; Padilla & Pugnaire, 2006). Els arbustos poden protegir i millorar el règim d'aigua i llum, permetent la germinació de llavors i l'establiment d'espècies de transició tardana (de Dato *et al.*, 2009).

L'estrat arbustiú també millora l'estabilitat del sòl i prevé l'erosió gràcies al seu sistema radicular, promovent alhora la resiliència global de l'ecosistema. A més a més, els arbustos juguen un paper important en el cicle dels nutrients del sòl, ja que tant les fulles i matèria orgànica que desprenen contribueixen en la fertilitat del sòl i la seva riquesa microbiana (Garcia *et al.*, 2002; Pariente, 2002).

Fotografia 1.

Bestiar domèstic alimentant-se de l'estrat arbustiú. Autor: Marc Rovellada



No s'ha d'oblidar que els arbustos també actuen com embornals de carboni, segrestant CO₂ a través de la fotosíntesis i emmagatzemant-ho en la seva biomassa i en la matèria orgànica del sòl. Cal recordar que un punt fonamental del Protocol de Kyoto de la *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC 1997) és l'acceptació del segrest de carboni a través de la biosfera en la biomassa forestal, com a mecanisme de compensació de les emissions procedents de la crema de combustibles fòssils (Knoke & Weber, 2006). Les diferències de les quanties de carboni emmagatzemat en els teixits vegetals depenen de diversos factors com poden ser: les espècies, la taxa de creixement i la vida útil de les fulles i els teixits en general (Gratani & Varone, 2006a, 2006b; Nowak *et al.*, 2002). Gratani *et al.* (2013) van publicar un article sobre els beneficis ambientals i econòmics de la capacitat de segrest de carboni de les principals formacions mediterrànies de matollar. La *Taula 1* s'ha extret de l'article en qüestió i ens mostra valors mitjos anuals de segrest de CO₂ de les diferents espècies estudiades. Per tant, aquesta taula també es pot fer servir per decantar-se per una espècie o una altra a conservar si el que volem prioritzar és la màxima capacitat de segrest de CO₂.

Taula 1. Segrest de CO₂ anual total per les diferents espècies analitzades a l'article de Gratani *et al.* (2013).

Espècie	Segrest de CO ₂ anual total (kg/any)
<i>Arbutus unedo</i>	35,0 ± 6,6 a
<i>Phillyrea latifolia</i>	17,5 ± 6,2 b
<i>Erica arborea</i>	12,4 ± 1,5 b
<i>Cistus incanus</i>	9,7 ± 4,9 bc
<i>Erica multiflora</i>	6,8 ± 2,7 c
<i>Salvia rosmarinus</i>	6,7 ± 2,1 c
<i>Pistacea lentiscus</i>	5,4 ± 2,5 c
<i>Smilax aspera</i>	0,07 ± 2,5 d

± representa la desviació estàndard; els valors que van seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents (p-value < 0,05) segons el test de Tukey.

Davant l'escenari actual de sequeres prolongades i reducció dels règims de precipitació (Kersting, 2023), la gestió de l'aigua s'ha convertit en un objectiu cabdal per la salut i vitalitat dels ecosistemes forestals. La gestió forestal que analitza i basa les seves decisions en l'ús i gestió òptima del recurs de l'aigua és el que es coneix com silvicultura ecohidrològica (Pardos, 2004). L'estrat arbustiu, en ambients mediterranis, s'ha arribat a demostrar ser un competidor pels recursos tant o més important que la mateixa competència entre espècies arbòries (Baiges, 2005; Giuggiola *et al.*, 2018; Vilà-Vilardell *et al.*, 2023). Els arbustos del NE d'Espanya presenten variacions interespecífiques i intraespecífiques en el consum d'aigua, utilitzant diferents fonts com la rosada i inclús algunes espècies (ex: arboç, *llentiscla*, *bruc d'hivern*) presenten sistemes radiculars duals (Filella & Peñuelas, 2003). Els arbustos mediterranis presenten diferents nivells d'eficiència en l'ús de l'aigua davant l'estrès hídric, essent els arbustos llenyosos perennifolis els que mostren la major eficiència entre les diferents formes de creixement de la regió (Medrano *et al.*, 2009). Els arbustos escleròfils ajusten la superfície foliar i les respostes fisiològiques, com el tancament estomàtic al migdia, per reduir el consum d'aigua durant la sequera estival, millorant l'eficiència en l'ús de l'aigua (Tenhunen *et al.*, 1990). Altres estratègies que presenten certes espècies d'arbustos poden ser la reducció de l'àrea foliar i/o incrementar la profunditat radicular (Rambal, 1993). Els arbustos mediterranis petits i mitjans depenen en gran mesura de l'aigua superficial del sòl per la seva ràpida absorció després de les precipitacions, mostrant una estratègia d'ús d'aigua adquisitiva en comparació als arbustos i arbres de major mida (Gálvez *et al.*, 2023).

Finalment, no s'ha d'oblidar la seva contribució al valor estètic dels boscos, enriquint el paisatge visual i oferint oportunitats recreatives per la societat, en especial si produeixen flors, canvien la tonalitat de les fulles o generen una heterogeneïtat en la textura i color general del bosc.

Criteris de selecció d'espècies a conservar

Els criteris de selecció d'espècie són tan amplis com els objectius que ens marquem en el moment de planificació dels tractaments silvícoles. La biologia i ecologia de les espècies és complexa i la solució única no existeix. Aquest article pretén centrar-se en els principals temes que s'han exposat anteriorment i que no tenen que ser excloents entre ells, ja que la gestió forestal que promulguem es basa en la multifuncionalitat dels boscos.

- **Prevenió d'incendis forestals**

El Decret 123/2005, de 14 de juny, ja ens marca certs criteris de les espècies més idònies a conservar en zones on la prevenió d'incendis sigui l'objectiu principal. Alguns criteris per a la correcta selecció són els següents:

- No prioritzar les espècies que continguin olis essencials i altres compostos orgànics volàtils i altament inflamables.
- Prioritzar les espècies que mantenen les fulles verdes i un alt contingut hídric en els teixits durant l'estiu, les que presenten una menor relació superfície/volum (plantes d'estructura compacta) i les que generen poques restes fines.
- Afavorir les espècies, les fulles i les restes de les quals es descomponen amb més rapidesa.
- Afavorir les espècies de fusta densa i alta capacitat calòrica, que necessiten absorbir una gran quantitat de calor abans d'encendre's.

- **Biodiversitat**

Si es busca la millora de capacitat d'acollir noves espècies de fauna la clau resideix en millorar en oportunitats d'hàbitat i recurs alimentari (Camprodon, 2013; Camprodon *et al.*, 2020). Com s'ha comentat anteriorment els vincles entre fauna i flora són molt específics. Si es busca millorar l'hàbitat d'una espècie concreta se

suggereix que s'estudii la biologia d'aquesta i llavors el criteri de selecció s'adeqüi a les seves necessitats específiques. Per altra banda, si no hi ha una espècie objectiu concreta però es vol millorar la capacitat d'acollida de noves espècies de fauna en general, se suggereix:

- Prioritzar aquelles espècies que produeixin fruits carnosos.
- Diversificar les espècies i a poder ser que aquestes fructifiquin en diferents èpoques de l'any. L'objectiu és poder oferir recurs alimentari durant el més temps possible.
- En la selecció d'espècies a prioritzar s'ha de buscar espècies que tinguin diferents ports per fomentar l'estratificació de la vegetació. Per tant, millorar l'hàbitat i indicadors de l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP).

– Promoure hàbitats per pol·linitzadors

Com s'ha comentat anteriorment els pol·linitzadors són espècies vitals pel bon funcionament de l'ecosistema (MITECO, 2020). Els objectius són molt similars als criteris de biodiversitat. Igual que l'anterior, com que la categoria "pol·linitzadors" és molt àmplia, si es vol fomentar una espècie concreta de pol·linitzador es suggereix que els criteris s'adeqüin a la biologia de l'espècie. Sinó per caràcter general, es suggereix:

- Prioritzar aquelles espècies productores de pol·len i nèctar.
- Prioritzar aquelles espècies considerades plantes nutrícies*.
- Diversificar les espècies i a poder ser que aquestes floreixin en diferents èpoques de l'any. L'objectiu és poder oferir recurs alimentari tot l'any.

Plantes nutrícies: són aquelles on les femelles ponen els ous i de les quals s'alimentaran les erugues (MCNG & DACAAR, 2024).

– Pastoralisme

Normalment quan es busca adaptar un bosc a un ús silvopastoral és perquè es té garantia de quin tipus de bestiar s'incorporarà. Per tant, en aquests casos se suggereix:

- Adaptar la selecció d'espècies al paladar del bestiar a incorporar.
- Seleccionar les espècies d'acord a les diferents TPA (Taüll *et al.*, 2016).

– Retenció de CO₂

En aquest cas hem d'ampliar el punt de mira. Com s'ha comentat anteriorment (Knoke & Weber, 2006), en la retenció de CO₂ juguen paper tot tipus de vegetació. L'arbrat, si ens fixem a nivell individu i en termes generals, és el que major capacitat de retenció de carboni té degut a la major capacitat fotosintètica (Índex d'Àrea Foliar, IAF o LAI) respecte els arbustos. De fet, en ambients mediterranis l'estrat arbustiu pot representar més competència a les taxes de creixement (retenció de CO₂) de l'arbrat que no pas l'arbrat mateix. Baiges (2005) va demostrar que les estassades podien arribar a ser més eficaces que les aclarides per potenciar la vitalitat i el creixement de l'arbrat. Per tant, ampliant el punt de mira, comptabilitzant tota la capacitat de retenció de CO₂ de la vegetació, i tenint en compte que hem de preservar part de l'estrat arbustiu se suggereix:

- Prioritzar espècies de major creixement, de major IAF/LAI i que siguin de fulla perenne.
- Prioritzar aquelles espècies amb major segrest de CO₂ demostrat (Gratani *et al.*, 2013).

– Consum d'aigua

El criteri de consum d'aigua hauria de centrar-se en evitar en la mesura del possible la competència directa pel recurs de l'aigua amb l'arbrat. Com s'ha comentat anteriorment les estratègies dels arbustos amb l'ús de l'aigua són múltiples, així que en base a la bibliografia consultada i criteri expert se suggereix:

- Prioritzar espècies de port petit-mitjà. Aquestes espècies depenen majoritàriament de l'aigua superficial i per tant no entren en competència directa amb els recursos d'aigua de l'arbrat (habitualment més profunds).
- Prioritzar espècies escleròfiles i de fulla perenne.
- Prioritzar aquelles espècies amb menor requeriments d'aigua.

La Taula 2 mostra un resum d'espècies a mantenir, categoritzant-les en diferents nivells de prioritat, segons els diferents criteris que s'han exposat.

Taula 2. Taula de resum d'espècies a prioritzar segons diferents criteris.

Espècie	Prevenció incendis	Palatabilitat pastoralisme	Refugi / Aliment vertebrats	Po·linitzadors	Època floració	Retenció CO ₂	Consum d'aigua
Garric (<i>Quercus coccifera</i>)	***	**	*** / **	*	Primavera	**	**
Arboç (<i>Arbutus unedo</i>)	***	***	*** / ***	***	Tardor-Hivern	***	*
Boix (<i>Buxus sempervirens</i>)	***	*	** / *	***	Hivern-Primavera	***	**
Llentiscle (<i>Pistacea lentiscus</i>)	***	*	*** / ***	*	Primavera	**	**
Marfull (<i>Viburnum tinus</i>)	***	**	* / *	**	Hivern-Primavera	***	*
Ginebró/Càdec (<i>Juniperus comunis/ oxycedrus</i>)	***	*	*** / ***	*	Primavera	**	***
Aladern (<i>Rhamnus alaternus</i>)	***	***	** / ***	**	Hivern-Primavera	**	*
Galzeran (<i>Ruscus aculeatus</i>)	***	*	* / *	*	Hivern-Primavera	*	***
Bruc (<i>Erica arboea</i>)	*	**	** / *	**	Hivern-Primavera	***	***
Bruc d'hivern (<i>Erica multiflora</i>)	*	**	*** / *	**	Estiu-Tardor	**	***
Estepes (<i>Cistus sp.</i>)	**	*	* / *	***	Primavera	**	***
Heura (<i>Hedera helix</i>)	**	**	*** / ***	***	Tardor	***	*
Matapoll (<i>Daphne gnidium</i>)	***	*	* / *	**	Estiu-Tardor	**	***
Romani (<i>Salvia rosmarinus</i>)	*	*	* / *	***	Tardor-Hivern-Primavera	**	***
Farigola (<i>Tymus vulgaris</i>)	**	*	* / *	***	Primavera	*	***
Aranyoner (<i>Prunus spinosa</i>)	**	**	*** / ***	***	Primavera	**	**
Arç blanc (<i>Crataegus monogyna</i>)	**	**	*** / ***	***	Primavera-Estiu	**	*
Esbarzer (<i>Rubus ulmifolius</i>)	***	**	*** / ***	***	Estiu	*	*
Botja d'escombres (<i>Dorycnium pentaphyllum</i>)	**	***	* / *	***	Primavera-Estiu	*	***
Argelaga (<i>Ulex parviflorus</i>)	*	*	* / *	**	Hivern	*	***
Aladern de fulla estreta/ ample (<i>Phillyrea sp.</i>)	**	***	** / *	*	Primavera	**	***
Neret (<i>Rhodorendon ferrugineum</i>)	***	*	*** / *	**	Estiu	*	**
Llorer (<i>Laurus nobilis</i>)	***	*	*** / *	**	Primavera	***	***
Avellaner (<i>Corylus avellana</i>)	**	***	*** / ***	**	Hivern-Primavera	***	*

Priorització a conservar segons diferents criteris: * Baixa, ** Mitjana i *** Alta.

Aquesta taula pretén ser un suport a l'ajuda de presa de decisions. Com s'ha comentat al principi els objectius, necessitats i condicionants poden ser infinits. Incloure'ls tots en una taula és impossible i per tant, en casos molt concrets, aquesta prioritització pot variar. Aquesta taula ha estat completada en base a una recerca bibliogràfica i criteri expert.

Plasmar la teoria en documentació tècnica d'obra

Conèixer la teoria és el primer pas per una correcta implementació de les estassades selectives. És el següent pas, el passar del coneixement teòric a la implementació i execució a obra, el que marca la diferència i el que més complexitat presenta degut a la realitat del sector.

El Plec de Condicions Tècniques (PCT) és el canal oficial que utilitza l'emissor (enginyer/a) per transmetre el missatge de la correcta execució de les estassades al receptor (empresa executora). Hi ha un altre membre entremig que és el Director d'Obra, idealment hauria de ser el mateix que dissenya l'actuació, que vetlla perquè el missatge del PCT s'acabi executant tal com s'indica. Els PCT han de ser documents amb missatges clars i que no donin peu a lliure interpretació. La descripció de les estassades selectives en el PCT ha de contenir:

- Espècies prioritàries a conservar

La selecció d'espècies es basarà en les que millor compleixin els objectius marcats en els tractaments, segons els criteris exposats anteriorment o altres que es puguin contemplar.

- Cobertura final

La cobertura final depèn bàsicament de l'objectiu del tractament. En base a la bibliografia consultada i a criteri expert, es proposa el següent:

- **Prevenició d'incendis:** segons les ORGEST el màxim recomanat seria un 30 % de cobertura. Es suggereix especificar en el PCT que la cobertura sigui entre el 20 – 30 % per evitar estassades molt intenses o totals. En infraestructures molt específiques, com serien les franges perimetrals en urbanitzacions i infraestructures estratègiques, la cobertura màxima seria un 15 % (consultar excepcions al Decret 123/2005, de 14 de juny).
- **Pastoralisme:** segons Taüll *et al.* (2016) la cobertura de l'estrat arbustiu no hauria de superar el 40 % per poder assegurar una bona transitabilitat del bestiar. La cobertura final dependrà sobretot del tipus de bestiar que s'incorpori i de la disponibilitat i valor de la pastura. Per exemple, cabres i burros necessitaran una cobertura major que no pas ovelles i vaques. Se suggereix també especificar un interval.
- **Biodiversitat:** és un concepte molt ampli, amb infinitat de requeriments degut a la multitud d'espècies i treure un sol valor seria molt agosarat. Tot i així, si ens basem amb la bibliografia consultada (Camprodon, 2013; Camprodon *et al.*, 2020; Guixé & Camprodon, 2018), indicadors de l'IBP i criteri expert l'òptim es troba entre el 40 – 60 % de cobertura. És necessari un mínim de cobertura per oferir refugi/aliment a fauna, però no es recomana un estrat arbustiu molt dens perquè llavors redueix l'oportunitat de moltes espècies depredadores accedir a la font d'aliment (ex: rapinyaires i petits vertebrats). És important que la cobertura d'arbustiu que es mantingui sigui d'estrats diferents, molt baix (< 1,5 m) i baix (1,5 – 5 m), i idealment que cada estrat tingui una cobertura mínima del 20 %.
- **Pollinitzadors:** no hi ha recursos que recomanin un percentatge de cobertura. Al final el fet diferencial se centra en la correcta elecció d'espècies. Com que realment els pollinitzadors entren dins del concepte Biodiversitat se suggereix mantenir la mateixa cobertura (40 – 60 %).
- **Retenció de CO₂ i balanç hídric:** l'estrat arbori és l'estrat de vegetació que major capacitat de retenció de carboni té. La cobertura final de l'estrat arbustiu ha de permetre que els arbres que quedin després del tractament disposin de bona vitalitat i recursos per poder créixer en el seu màxim potencial i per tant incorporar el màxim de carboni en el seus teixits. També s'ha de tenir en



compte que un excés de cobertura acaba afectant en la intercepció de l'aigua de pluja que no s'acaba incorporant al sistema. Per aquest motiu, es suggereix mantenir la cobertura màxima del 30 % tal com recomana les ORGEST i que en el PCT s'especifiqui que sigui entre el 20 – 30 %.

Hi ha certs objectius que poden resultar difícils de combinar, pel que fa a les estassades, com podria ser la prevenció d'incendis i la biodiversitat. El màxim de cobertura recomanada en prevenció d'incendis no arriba al mínim recomanat per biodiversitat. Però amb una correcta elecció d'espècies (*Taula 2*), podem salvar aquesta diferència i fomentant espècies que puguin oferir un molt bon recurs alimentari/refugi (ex: arboç, esbarzer, arç blanc, etc.) i alhora siguin òptims pels compliments de criteris de prevenció d'incendis.

- Distribució

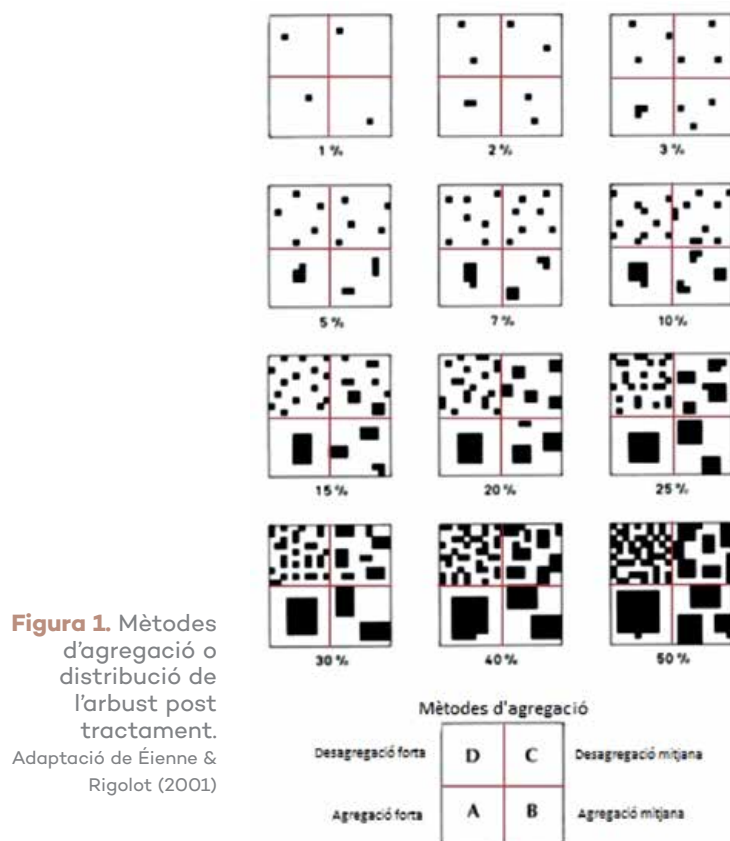
La distribució de la cobertura de l'estrat arbustiu segurament sigui el criteri que més influeix en el mètode d'execució de l'estassada i conseqüentment el seu rendiment/cost.

La *Figura 1* mostra diferents mètodes de distribució per diferents percentatges de cobertura de l'estrat arbustiu. El mètode de desagregació forta (D, *Figura 1*) ja es pot desestimar d'entrada, ja que equivaldria a fer una distribució de l'arbust peu a peu. El mètode D complica molt la mecanització i conseqüentment els rendiments baixen i els costos pugen. També aquest tipus de distribució està molt pensat a nivell individu i un objectiu molt específic de potenciar una espècie en concret. Això requereix que la mà d'obra tingui un bon nivell de reconeixement d'espècies que desafortunadament no és habitual. Alhora, a l'estar tan desagregat dificulta molt que amb les cobertures que es proposen puguin arribar a generar ecotons o refugi per fauna (Camprodon, 2013; Camprodon *et al.*, 2020). També de cara incendis es distribueix molt els possibles punts de continuïtat vertical.

Per altra banda, el mètode d'agregació forta (A, *Figura 1*) segurament sigui el més fàcil d'executar si només ens fixem amb les estassades. Si en el tractament s'inclou reducció de la densitat de l'arbrat ja no resultaria tant fàcil perquè l'extracció de l'arbrat dins de la taca es complicaria. El mètode A per la pastura no es recomana perquè a l'estar les mates molt agregades el bestiar ja només pot circular per la perifèria de les taques, presentant complicacions per arribar al centre i conseqüentment perdent molta superfície de pastura. Alhora per molta fauna, principalment les depredadores, és preferible que les taques estiguin repartides perquè les transicions entre mates d'arbustos són les que ofereixen oportunitats de caça (Camprodon, 2013; Camprodon *et al.*, 2020).

Per tant, la distribució ideal seria desagregació mitjana (C, *Figura 1*) essent acceptable també l'agregació mitjana (B, *Figura 1*). L'agregació mitjana (B) es reservaria principalment quan l'estassada s'hagi de fer amb maquinària grossa per facilitar les tasques però si es fa manual i/o amb maquinària petita (ex: BobCat + desbrossadora de martells) sempre s'ha de procurar fer una distribució mitjana (C).

Se suggereix doncs que el PCT descriu l'estassada com una estassada per bosquets o grups. Els bosquets es suggereix que tinguin una mida aproximada de 5x5 m, podent-se incrementar o disminuir segons les condicions del lloc i objectius, i la distància entre ells que es calculin en funció de la cobertura màxima final. La localització dels bosquets hauria de fer-se en funció de la major concentració d'espècies d'interès a conservar.



El cas d'Aiguamúrcia, desafortunadament un cas que no és excepcional

L'experiència viscuda en els Boscos d'Aiguamúrcia (Alt Camp), propietat de Diputació de Tarragona, amb PTGMF aprovat al 2022 ha estat el motor per fer aquesta jornada.

La teoria la teníem clara, la vam incloure en el disseny de les actuacions i la vam plasmar en el PCT. Vam anar a camp amb l'empresa i ho vam comentar *in situ*. La Direcció d'obra va marcar les tallades de l'arbrat en zones d'entrenament. Els tractaments sobre l'arbrat consistien en aclarida baixa d'alta intensitat o adivesament i una aclarida selectiva de baixa intensitat. Els resultats de les parcel·les de seguiment demostren que les actuacions sobre l'arbrat es van executar correctament (Taula 3 i Taula 4).

Taula 3. Principals variables dasomètriques PRE i POST tractament.

Inventari	Parcel·la	Tractament	N	Dg	AB	Ho	Hm	Do	VAE
PRE	P1_C4A	Aclarida + estassada	637	23,4	27,5	11,8	10,3	10,7	136,3
POST	P1_C4A	Aclarida + estassada	446	25,0	21,9	13,1	11,5	12,8	110,5
PRE	P2_C4A	Adivesament + estassada	637	23,1	26,7	11,6	10,1	9,4	132,0
POST	P2_C4A	Adivesament + estassada	191	26,2	10,3	10,8	10,8	10,8	48,5

N: densitat (peus/ha); Dg: diàmetre normal (cm); AB: àrea basal (m²/ha); Ho: alçada dominant (m); Hm: alçada mitjana (m); VAE: volum amb escorça (m³/ha)

Taula 4. Distribucions diamètriques PRE i POST tractament.

Inventari	Parcel·la	Tractament	N10	N15	N20	N25	N30	N35
PRE	P1_C4A	Aclarida + estassada	32	64	191	255	64	32
POST	P1_C4A	Aclarida + estassada	0	0	127	223	64	32
PRE	P2_C4A	Adevesament + estassada	32	64	159	286	64	32
POST	P2_C4A	Adevesament + estassada	0	0	64	64	32	32

NX: densitat per classes diamètriques (peus/ha)

Però amb les estassades selectives no va funcionar. En el PCT es va descriure de la següent manera:

S'eliminen els matolls que superin 1,3 m d'alçada tallant-los per la base, i la resta de matoll fins aconseguir un recobriment inferior al 30% (illes de matoll d'alçada menor a 1,3 m de superfície màxima de 5x5 m separades més de 10 m entre elles). El matoll a respectar és preferentment el situat en zones sense continuïtat vertical amb les capçades dels arbres.

*S'elimina preferentment el llentiscle (*Pistacia lentiscus*), el ginebre (*Juniperus oxycedrus*), la gatosa (*Ulex parviflorus*) i l'arçot (*Rhamnus lycioides*), ja que són espècies no palatables i tenen un alt recobriment. En mates de coscoll (*Quercus coccifera*) es fa una selecció de tanys per afavorir els tanys més joves i vigorosos (rebrotos de millor qualitat nutritiva).*

*Es mantindran peus d'aladern (*Rhamnus alaternus*), d'aladern de fulla estreta (*Phillyrea angustifolia*) i de botja d'escombres (*Dorycnium pentaphyllum*), que són les espècies arbustives més palatables dels rodals. Es poden mantenir mates de bruc (*Erica multiflora*), perquè si bé és poc palatable en general, quan floreix és una font d'aliment pel bestiar. Es deixaran també altres espècies palatables, productores de fruit i espècies poc representades.*

Però si analitzem les dades dels transectes de sotabosc (Taula 5) i veiem les fotos del PRE i POST tractament (Fotografia 2 i Fotografia 3) veurem que no es va complir. Es va eliminar gairebé tot l'estrat arbustiu. Si bé és cert que la composició d'espècies inicial majoritàriament era poc palatable idealment s'hauria d'haver mantingut almenys un 20 - 30 % de cobertura d'estrat arbustiu per tots els beneficiaris que s'han exposat anteriorment. Se suggereix especificar un interval per futures ocasions. Perquè deixar una cobertura del 0 % és també complir amb el PCT ja que s'especificava només que fos inferior al 30 %.

Taula 5. Resultats transectes de sotabosc PRE i POST tractament.

Inventari	Parcel·la	Tractament	Rec_ arbustiu (%)	Hmitjana (cm)
PRE	P1_C4A	Aclarida + estassada	67	70
POST	P1_C4A	Aclarida + estassada	12	6
PRE	P2_C4A	Adevesament + estassada	100	60
POST	P2_C4A	Adevesament + estassada	4	0

Queda clar doncs que hi ha hagut una falla en la teoria de la comunicació. Malgrat l'emissor (Direcció d'obra) cregui que ho ha deixat tot detallat i ben explicat al receptor (empresa executora) pel que fa a les estassades el missatge no s'ha incorporat correctament. La Direcció ha pecat d'optimista pensant que la mà d'obra podria identificar les espècies més palatables i el concepte de la idea d'estassada per bosquets?



Fotografia 2. Zona aclarida PRE i POST tractament.



Fotografia 3. Zona adevesada PRE i POST tractament.

Pot ser que el fet de que l'equip que es va dedicar a fer les estassades, amb molta experiència fent franges perimetrals en urbanitzacions, va seguir mantenint el seu criteri? La Direcció hauria d'haver estat més a sobre? El que una cosa queda clara és que el que la Direcció d'obra va marcar (tallades) és la que es va executar tal com es va redactar al PCT. Per tant, pot ser marcar l'estassada a camp podria haver canviat l'escenari final.

Discussió i conclusions

Malgrat projectes en curs, com el Life BIOreformed (LIFE19 ENV/ES/000544) que un dels objectius pretén revaloritzar la biomassa d'algunes espècies arbustives, som plenament conscients que actualment les estassades són actuacions que només representen despeses. Però precisament una estassada selectiva ben feta i planificada també som conscients que incrementaria el rendiment i revaloritzaria els serveis del bosc.

Les estassades selectives, tal com hem explicat en aquest article, són perfectament compatibles amb un aprofitament mecanitzat amb maquinària dins del rodal. La distribució de la cobertura arbustiva per bosquets o grups permet la circulació de maquinària tot promovent tots els beneficis ecològics de l'estrat arbustiu.

Realment creiem que la problemàtica amb les estassades selectives per les quals no s'acaben d'executar correctament són: falta de comunicació entre tots els actors implicats, desconeixement dels beneficis ecològics de l'estrat arbustiu, una mà d'obra habitualment poc professionalitzada i per a que la direcció d'obra/promotor consideri que "no s'ha fet bé la feina" perquè visualment quedaria estrat arbustiu sense tallar, de manera que l'empresa executora sigui sancionada o obligada a tornar a repassar.

Reconeixem que el marcatge de les actuacions són cares degut a la categoria dels jornals a pagar. Però alhora reconeixem que són la millor inversió per la viabilitat i salut dels boscos. Facilita la labor dels treballadors al bosc i inclús incrementa el seu rendiment. I un altre benefici, no menys important, és el reconeixement i la revalorització de la figura de l'enginyer/a forestal i/o de forests. Malgrat ens agradaria que s'hagués de marcar tot el que s'ha de tallar també som conscients que els marges de benefici són molt ajustats. Per això, defensem el marcatge en zones pilot (≈ 1 ha) que no impliquen molts jornals especialitzats i alhora permeten a les empreses executores incorporar el disseny, tal com s'ha descrit en el PCT, en la seva execució.

Malgrat el marcatge de l'arbrat està ja molt assentat, marcant amb esprai els peus a tallar o conservar, el que és un escenari totalment nou és el marcatge de les estassades. Hem fet alguns tests però ens falta provar-ho i validar-ho en futurs tractaments. Una possible idea que tenim és marcar certs individus del perímetre del bosquet amb cinta. De bones a primeres vam descartar la cinta blanca i vermella perquè ja s'utilitza per marcar límits d'actuació i podria portar confusió. Per aquest motiu, vam provar amb cinta groga i negra (*Fotografies 4 i 5*). L'inconvenient és que groc i negre no contrasta gaire amb el verd i dificulta la seva visualització. Per això creiem que una cinta totalment blanca o d'un color que generi més contrast seria més adequat. Un altre inconvenient és que després del tractament depenent de quants bosquets s'hagin marcat queda molta quantitat de residu plàstic al bosc. Per tant, considerem que marcant 4-5 bosquets d'arbrat ja serien suficients perquè el rematant incorporés el disseny en l'execució i retirar el plàstic d'aquesta quantitat seria molt més fàcil.

Test de marcatge de bosquets d'arbust a conservar.



Fotografia 4. Detall de cinta groga i negra penjada d'un arç blanc al límit d'un bosquet d'arbustos.



Fotografia 5. Imatge amb perspectiva d'un bosquet/grup d'arbustos a conservar marcats amb cinta groga i negra.

A la jornada es va fer un test de marcatge de l'estrat arbustiu. Precisament va sorgir una idea que podria facilitar la tasca dels treballadors del bosc. En comptes de marcar individus del perímetre, com que al final es proposa marcar entre 4 – 5 bosquets d'una mida aproximada de 5 x 5 m, es va suggerir marcar tot el perímetre amb cinta blanca. També es va proposar que la cinta fos de paper (biodegradable) per no haver de patir tant pels residus. Sigui com sigui, des del CTFC provarem les diverses metodologies i propostes, quan tinguem resultats concloents ho traslladarem al sector.

Si el marcatge no convenç, una alternativa és donar a la mà d'obra una fitxa d'identificació de les espècies arbustives a conservar (veure Annex) i inclús de la distribució final (*Figura 1*). La realitat del sector és que molta mà d'obra a vegades no parla ni el mateix idioma i això crea una barrera per transmetre el missatge. Una fitxa il·lustrada facilita la comunicació i comprensió del missatge que es vol donar per part del disseny de l'actuació.

Davant aquesta problemàtica la figura del Director d'obra pren més rellevància que mai. Per sort ja hi ha ajudes que subvencionen la direcció d'obra com és el cas dels ajuts que el Centre de la Propietat Forestal va publicar mitjançant la RESOLUCIÓ ACC/1549/2022, de 18 de maig, per a la prevenció d'incendis forestals en terrenys forestals de titularitat privada per a l'any 2022. Pot ser incorporar el finançament de la direcció d'obra en totes les subvencions seria un primer pas per ajudar a que aquesta pràctica s'estabilitzi.

Per concloure, després d'aquest article i jornada posem en manifest la necessitat d'una correcta gestió de l'estrat arbustiu per tots els beneficis ecològics que aporta, proposem al sector certes directrius que facilitin la implementació d'aquesta pràctica, destaquem la figura del director d'obra com element cabdal per la correcta execució dels tractaments i sobretot recalquem la necessitat de la millora de la comunicació entre tots els implicats.

Agraïments

No voldríem tancar l'article sense abans agrair la paciència i la transferència de coneixement d'experts com Pere Casals, Marc Taüll, Víctor Sazatornil i David Guixé. Alhora també al Consorci Forestal de Catalunya, en especial al Josep Maria Tusell i Berta Alcalde, per l'oportunitat de brindar-nos l'espai per poder exposar, compartir i debatre aquest tema en un fòrum de referència del sector forestal català. Finalment, a tothom que va assistir i participar a la Jornada i a tu, lector d'aquest article, que esperem que t'hagi agradat i que remis amb nosaltres per fomentar el correcte disseny i execució de les estassades selectives.

El projecte LIFE AgroForAdapt (LIFE20 CCA/ES/0016822 - <https://agroforadapt.eu>) està finançat pel programa LIFE de la Unió Europea.
















Bibliografia

- Baiges, T. (2005). *Estudi dels efectes de dos tractaments silviculturals sobre la vitalitat, el creixement i la producció de suro de l'alzina surera*. Fitxa Tècnica de Recerca
- Cambra, J. (2010). *Flora mel·lífera de Catalunya*. https://ruralcat.gencat.cat/dossier/-/journal_content/2002/20181/100843/apicultura-i-produccio-de-mel-a-catalun-1
- Camprodon, J. (2013). *Ecologia i conservació dels ocells forestals. Un manual de gestió de la biodiversitat en boscos catalans*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
- Camprodon, J., Jato, R., Guixé, D., Badosa, E., & Potrony, D. (2020). *Habitat management for the boreal owl. A handbook*. Government of Aragon and Forest Science and Technology Centre of Catalonia (CTFC).
- Castro, J., Zamora, R., Hódjar, J. A., & Gómez-Aparicio, L. (2004). Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. *Restoration Ecology*, 12, 352–358.
- de Dato, G. D., Loperfido, L., De Angelis, P., & Valentini, R. (2009). Establishment of a planted field with Mediterranean shrubs in Sardinia and its evaluation for climate mitigation and to combat desertification in semiarid regions. *IForest*, 2, 77–84.
- Éienne, M., & Rigolot, E. (2001). *Méthodes de suivi des coupures de combustible* (1st ed.). La Cardère.
- Filella, I., & Peñuelas, J. (2003). Partitioning of water and nitrogen in co-occurring Mediterranean woody shrub species of different evolutionary history. *Oecologia*, 137, 51–61.
- Gálvez, F. J. ., Mercader, J. I. Q., Gutiérrez, C., Ren, W., Barberá, G. G., de la Riva, E. G., & Aguilar, I. P. (2023). *Plant water use strategy is strongly constrained by species size in Mediterranean ecosystems*.
- García, C., Hernández, T., Roldán, A., & Martín, A. (2002). Effect of plant cover decline on chemical and microbiological parameters under Mediterranean climate. *Soil Biology & Biochemistry*, 5, 635–642.
- Giuggiola, A., Zweifel, R., Feichtinger, L.M., Vollenweider, P., Bugmann, H., Haeni, M., Rigling, A., 2018. Competition for water in a xeric forest ecosystem – effects of understory removal on soil micro-climate, growth and physiology of dominant Scots pine trees. *For. Ecol. Manage.* 409, 241–249.
- Gratani, L., & Varone, L. (2006a). Carbon sequestration by *Quercus ilex* L. and *Quercus pubescens* Willd. and their contribution to decreasing air temperature in Rome. *Urban Ecosyst*, 9, 27–37.
- Gratani, L., & Varone, L. (2006b). Long-time variations in leaf mass and area of Mediterranean evergreen broadleaf and narrow-leaf maquis species. *Photosynthetica*, 44(2), 161–168.
- Gratani, L., Varone, L., Ricotta, C., & Catoni, R. (2013). Mediterranean shrublands carbon sequestration: Environmental and economic benefits. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18(8), 1167–1182. <https://doi.org/10.1007/s11027-012-9415-1>
- Guixé, D., & Camprodon, J. (2018). Manual de conservación y seguimiento de los quirópteros forestales. In *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. <http://secemu.org/wp-content/uploads/2016/02/manual-quirópteros-WEB.pdf>
- Kersting, M. (2023). *The process of creating the new Climate Atlas of Catalonia (1991-2020)*. <https://doi.org/10.5194/ems2023-406>
- Knocke, T., & Weber, M. (2006). Expanding carbon stocks in existing forests – a methodological approach for cost appraisal at the enterprise level. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 579–605.

- MacArthur, R. H., & MacArthur, J. W. (1961). On Bird Species Diversity. *Ecological Society of America*, 42(3), 594–598.
- Martínez, M. L. (2003). Facilitation of seedling establishment by an endemic shrub in tropical coastal sand dunes. *Plant Ecology*, 168, 333–345.
- MCNG, & DACAAR. (2024). *Jardins de Papallones*. Museu de Ciències Naturals de Granollers. <https://www.jardinsdepapallones.org/plantes-nutricies>
- Medrano, H., Flexas, J., & Galmés, J. (2009). Variability in water use efficiency at the leaf level among Mediterranean plants with different growth forms. *Plant and Soil*, 317, 17–29.
- MITECO. (2020). *Estrategia nacional para la conservación de los polinizadores*. 1–93. https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones_CONANP/ENCUSP_Version_Final.pdf
- Nowak, D. J., Stevens, J. C., Sisinni, S. M., & Luley, C. (2002). Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*, 28(3), 113–122.
- Padilla, F. M., & Pugnaire, F. I. (2006). The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Ecol Environ*, 4(4), 196–202.
- Pardos, J. A. (2004). La ecofisiología en el ámbito forestal. *Sciedad Española de Ciencias Forestales*, 20(2004), 11–23.
- Pariante, S. (2002). Spatial patterns of soil moisture as affected by shrubs, in different climatic conditions. *Environ Monit Assess*, 733, 237–251.
- Piqué, M., Castellnou, M., Valor, T., Pagés, J., Larrañaga, A., Miralles, M., & Cervera, T. (2011). Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). In *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
- Potts, S., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Ngo, H. T. (2016). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*.
- Rambal, S. (1993). The differential role of mechanisms for drought resistance in a Mediterranean evergreen shrub: a simulation approach. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 35–44.
- Taüll, M., Casals, P., & Baiges, T. (2016). *Tipologies de pastura de les principals formacions arbrades de Catalunya*. Centre de la Propietat Forestal. Generalitat de Catalunya.
- Tenhunen, J., Serra, A. S., Harley, P. C., Dougherty, R. L., & Reynolds, J. F. (1990). Factors influencing carbon fixation and water use by Mediterranean sclerophyll shrubs during summer drought. *Oecologia*, 82, 381–393.
- Vilà-Vilardell L, De Cáceres M, Piqué M, Casals P. 2023. Prescribed fire after thinning increased resistance of sub-Mediterranean pine forest to drought events and wildfires. *For. Ecol. Manage.* 527, 120602. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120602>
- Willson, M. F. (1974). Avian Community Organization and Habitat Structure. *Ecology*, 55(5), 1017–1029. <https://doi.org/10.2307/1940352>



ANNEX – Fitxa il·lustrada d'espècies arbustives a conservar en una estassada selectiva en un bosc de pi blanc amb l'objectiu d'incorporar un ramat posterior. Les espècies seleccionades són considerades les més palatables per aquestes TPA segons Taüll *et al.* (2016).

Nom comú (<i>nom científic</i>)	Fotografies Font: www.floracatalana.cat		
Coroneta (<i>Coronilla minima</i>)			
Bruc d'hivern (<i>Erica multiflora</i>)			
Bruc (<i>Erica arborea</i>)			
Aladern de fulla estreta (<i>Phillyrea angustifolia</i>)			
Albada (<i>Anthyllis cytisoides</i>)			



JORNADA



Valoració del potencial resinífer als boscos de pi blanc de la província de Barcelona

Anna Morgado Souto. Enginyera de Forests. Cap de la Secció de Restauració i Millora Forestal de l'Oficina de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals i Desenvolupament Agrari (OTPMIFDA) de la Diputació de Barcelona.

Núria Ruiz Roca. Enginyera Forestal. Tècnica de la Diputació de Barcelona.

Míriam Piqué Nicolau. Dra. Enginyera de Forests. Cap del Programa de Gestió Forestal Multifuncional del Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

Teresa Valor Ivars. Dra. Enginyera de Forests. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

Cita bibliogràfica: Morgado, A.; Ruiz, N.; Piqué, M.; Valor, T. 2024. Valoració del potencial resinífer als boscos de pi blanc de la província de Barcelona. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 64-75.

RESUM

La resina de les coníferes és una substància que flueix a l'exterior des dels canals resinífers al realitzar incisions a la fusta. Apareix en forma de petites gotes, és enganxifosa i persistent i té una olor característica. Actualment la colofònia, resina obtinguda a través d'un procés de destil·lació, s'utilitza per a la fabricació de tintes d'impressió, en adhesius, per productes depilatoris, sabons i pintures, entre d'altres.

En els darrers anys s'han realitzat estudis i experiències per tal de valorar opcions de gestió i d'aprofitament de diferents recursos forestals que puguin fer més viable econòmicament la gestió dels boscos, entre elles la producció de resina en masses de pi blanc. En aquest article es presenten alguns resultats obtinguts en el marc de diferents treballs i experiències de resinació en pi blanc, realitzades en boscos de la província de Barcelona, mitjançant tècniques tradicionals i mecanitzades.

Introducció

La resina és una secreció que produeixen les coníferes per a la cicatrització de ferides, serveix de protecció contra insectes i altres organismes patògens i com a substància de reserva, i és molt valorada per les seves propietats químiques i els seus usos associats. Per aquest motiu, ja des de fa milers d'anys que els humans han resinat els arbres per a la seva obtenció. A Catalunya, el cas més proper, són les trementinaires. En l'actualitat, la resina de pi es considera una matèria primera de la qual s'obtenen diversos productes d'ús quotidià com pintures, tints, dissolvents, additius alimentaris, productes de neteja, insecticides, perfums i cosmètica, entre d'altres.

A Espanya, concretament a la zona de les dues Castelles, la resinació és una activitat centenària que va tenir el seu punt àlgid als anys 60, quan era la tercera productora mundial. Però la globalització dels mercats va fer que es produís una davallada de preus i, per tant, va desencadenar als anys 80 una crisi d'aquest sector a causa de l'aparició de resina més barata procedent d'Àsia i Amèrica del Sud.

Actualment, tot i que la gran competència és el petroli, el fet que l'Economia Verda estigui entrant amb força a Europa, fa que la resina sigui un producte amb futur en aquest mercat ja que contribueix a una economia circular, local, verda i sostenible. S'observen les següents tendències:

- Un augment de la demanda per la substitució de productes derivats del petroli per productes derivats de la resina, anomenats: *Green Products*.
- L'Empresa cosmètica i farmacèutica demanda matèries primeres locals amb garanties (la colofònia s'utilitza en l'elaboració d'antivirals, per exemple).
- Un descens de la producció de resina a la Xina i un augment de la seva importació.

En vista d'aquestes tendències, l'Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals i Desenvolupament Agrari de la Diputació de Barcelona (DIBA), que desenvolupa programes de suport per a la prevenció municipal d'incendis forestals, la restauració d'àrees forestals degradades i el desenvolupament dels espais agraris va considerar convenient explorar la viabilitat de la resinació de boscos de *Pinus halepensis* (pi blanc) a la província de Barcelona com una alternativa a l'aprofitament forestal més convencional (fusta). Aquest aprofitament de recurs no fuster està molt alineat amb els objectius de l'OTPMIFDA, ja que tota la gestió vinculada a aquesta producció de resina afavoreix la prevenció d'incendis al territori.

L'activitat de resinació als boscos catalans suposaria la creació de llocs de treball en el medi rural ja que es tracta d'una activitat que manté l'economia als pobles, promou la presència de gent vinculada al bosc en èpoques de risc d'incendis, permet la creació d'estructures forestals més resistents a la propagació del foc, i fomenta la valorització dels boscos així com l'augment de la seva multifuncionalitat. Beneficis prou importants per dedicar esforços a conèixer la seva viabilitat al nostre territori.

Com a primer pas, l'any 2020 l'OTPMIFDA va encarregar al Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) l'avaluació del potencial de producció de resina dels boscos de pi blanc a la província de Barcelona i la identificació de les zones amb major potencial productiu. Posteriorment, en base a aquesta anàlisi, es van començar a realitzar proves pilot al territori.

Aquest article se centra en aquestes darreres experiències coordinades per la DIBA i es presenten els principals resultats d'aquesta experiència de resinació.

Producció de resina de pi blanc

Factors que condicionen la producció de resina

La producció de resina de pi blanc és molt variable, tant entre arbres de la mateixa zona o rodal, com entre diferents zones (*Taula 1*). Aquesta producció depèn de molts factors, siguin naturals, o lligats al mètode d'extracció de la resina o característiques del bosc.

Entre els principals **factors naturals** que condicionen la producció de resina tindriem:

Variabilitat Genètica. Dins d'una mateixa població trobem individus amb una producció de resina extraordinàriament alta en comparació a la mitjana. Per exemple, la producció mitjana de *P. halepensis* se situa al voltant de 2-3 kg/any, però hi ha alguns genotips que generen més de 10 kg/any (Moulalis, 1981; Spanos *et al.* 2009). Per tot això, el genotip es considera el factor més important en la producció de resina i, per tant, hi ha un marge considerable per a la millora genètica.

Característiques dendromètriques. Els individus vigorosos, amb diàmetres grans, mostren una major producció de resina que els menys vigorosos (McDowell *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2008; Rodríguez-García *et al.* 2014). Això s'explica perquè existeix una forta relació entre el nombre i àrea que ocupen els canals resinífers i la mida de l'arbre. Lligat a això, els boscos amb menors densitats i arbres grans, de l'ordre de 300-400 peus/ha i diàmetre mitjà de l'arbrat superior a 30-35 cm, serien els més productius.

Condicionants climàtics i fisiogràfics. L'estrès hídric normalment suposa una reducció de la producció de resina. En *P. halepensis*, aquest estrès provoca la producció de menys conductes de resina tant en planters com en arbres adults, mentre que un menor estrès hídric augmenta la producció de conductes resinífers (Zamski, 1970). En aquest sentit, en *P. halepensis* també s'ha observat que la secreció de resina és menys abundant en arbres situats en vessants sud que en vessants

Taula 1. Recull d'articles amb dades sobre producció de resina anual (rang o mitjana) de *P. halepensis*.

Localització	Producció total any (Kg/arbre)	Dn (cm)	Font
Catalunya			
Vallirana Catalunya	0,5-1,5 ^a	---	Delgado (2016)
Vallès Occidental	1,5	---	Comentari Personal: Resinas Naturales
Bages	0,682 ^b	30	Avellà (2001)
Priorat	0,862 ^b	30	Avellà (2001)
	0,878 ^b	30	Avellà (2001)
Grècia			
	0,5-13,50	30-70	Spanos <i>et al.</i> 2010
	2,10 ^c	---	Panda (2008)
	3,00 ^d	---	Panda (2008)
Israel			
	4,20 ^d	30 30 24	Panda (2008)
	4,19 ^d 2,99 ^d		
Itàlia			
	2,64 ^e	---	Panda (2008)
	4,22 ^f	---	
	4,22 ^f	>30 >30	
	7,19 ^g		
	3,30 ^b		
	6,50 ^g		

Mètode d'extracció:

^a Pica ascendent, ^b Pica descendent, ^c Hugues a vida ^d Americà, ^e Borehole a vida, ^f Borehole a mort, ^g Hugues a mort

nord, probablement perquè a les vessants sud els arbres pateixen un major estrès hídric a finals d'estiu (Zamski, 1970).

Pel que fa als factors lligats a l'aprofitament, el mètode d'extracció i el nombre de piques (petites incisions que tallen els canals resinífers per tal de permetre la resina sortir) que es practiquen són els més rellevants i que major influència tenen en la producció de resina.

Recull d'experiències d'aprofitament de resina de pi blanc a Catalunya

La resinació a la Península Ibèrica ha afectat principalment a tres espècies de coníferes: *Pinus pinaster* (pi pinastre o pi marítim), *P. halepensis* (pi blanc) i *P. nigra* (pinassa). D'aquestes, el *P. pinaster* ha sigut tradicionalment el de major importància pel que fa a la producció de resina, sobretot a Castella i Lleó. A Catalunya, però, la superfície que ocupa el *P. pinaster* és poca i per això sempre ha despertat major interès la resinació del pi blanc, en ser l'espècie de pi amb major distribució. En el cas de la província de Barcelona abasta fins a 160.000 ha (considerant boscos purs i mixtos).

A continuació es mostren algunes de les experiències de resinació de pi blanc realitzades a Catalunya, de les quals es disposa d'informació documentada i dades de producció.

Al 1995 comencen les primeres experiències de resinació a través d'una col·laboració entre el Centre de la Propietat Forestal (CPF) i l'Institut Nacional d'Investigacions Agràries (INIA) (Valero 1998; Avellà 2001):

- Campanyes 1995-1997: Es duen a terme una sèrie d'experiències de resinació sobre *P. pinaster* i *P. halepensis*, en parcel·les situades a Follarac (Baix d'Empordà) i al parc de Collserola (Vallès Occidental). Posteriorment, al 1996, s'afegeix una nova parcel·la de pi blanc a Capçanes (el Priorat). La quantitat de resina obtinguda de mitjana per arbre va ser de 480 g per campanya, sense gaires diferències entre la producció de pi blanc i pinastre. Aquesta producció es va considerar baixa, tenint en compte que s'esperaven produccions del voltant de 1500 g per arbre, pel nombre de piques que es va practicar.
- Campanyes 1998-2000: En els anys 1998, 1999 i 2000 es decideix ampliar el període de resinació, a més a més, l'any 2000 es tanquen les parcel·les aprofitades fins aquell moment amb excessiva influència de la humitat del mar i s'installeixen dues parcel·les a la comarca del Bages. Per aquest període, s'obtenen produccions majors, però encara per sota de la producció esperada (715 g/arbre pel pinastre i 770 g/arbre pel pi blanc).

També existeixen experiències i iniciatives de resinació en pi blanc més recents, com per exemple:

- Parcel·les de resinació a Vallirana realitzades per Forest Baix SCCL.
- Experiència de resinació al Perelló impulsada per COPATE i l'Escola Agrària d'Amposta a través d'un curs de resinació que es va fer al 2015.
- Experiències de resinació realitzades durant el període 2021-2023 a Pallejà (Baix Llobregat) i Font-rubí (Alt Penedès), promogudes i coordinades per la DIBA i en col·laboració amb el CTFC, l'Agrupació Forestal del Montnegre i el Corredor S.L. i Forest Baix SCCL.



Fotografies 1 i 2. Rodal on s'han realitzat les proves pilot de resinació en pi blanc

Experiències de resinació a la província de Barcelona

Disseny de l'experiència

Els anys 2021, 2022 i 2023, l'OTPMIFDA de la DiBa ha dut a terme unes proves pilot de resinació en dos rodals de pi blanc (*Pinus halepensis*) per tal d'analitzar el seu potencial resiner i valorar possibles alternatives a la gestió forestal (Fotografies 1 i 2).

Durant aquests anys l'estudi es va realitzar al "Bosc de les Rovires", propietat de l'Ajuntament de Pallejà (Baix Llobregat) i l'any 2022 també es va realitzar a la finca "Montrubí" de titularitat privada i ubicada al municipi de Font-rubí (Alt Penedès).

L'any 2021, al Bosc de les Rovires es van seleccionar dos rodals amb orientació sud-est i amb estructura forestal similar i es van identificar 243 arbres resiners estratificats per classes diamètriques (Taula 2), que són els que posteriorment els anys 2021, 2022 i 2023 s'han resinat mitjançant el **mètode tradicional de resinació**.

Taula 2. Nombre d'arbres seleccionats per classe diamètrica al Bosc de les Rovires per a mètode tradicional.

Classe Diamètrica (cm)	25	30	35	40
Nombre d'arbres	60	62	61	60

Posteriorment, l'any 2022, amb l'objectiu de conèixer la producció amb mètodes que no requerissin tanta mà d'obra com el tradicional, es van realitzar dues parcel·les més:

Al Bosc de les Rovires es van seleccionar 60 arbres dins del mateix rodal que l'any 2021 i es van resinar **mitjançant el mètode de pica mecanitzada** i també es van estratificar per classes diamètriques (*Taula 3*).

Taula 3. Nombre d'arbres seleccionats per classe diamètrica al Bosc de les Rovires per a pica mecanitzada circular.

Classe Diamètrica (cm)	15	20	25	30	35	40
Nombre d'arbres	1	4	17	22	14	2

A la finca Montrubí es van seleccionar dos rodals amb un total de 60 arbres amb orientació sud-est i amb estructura forestal similar estratificats per classes diamètriques (*Taula 4*) per tal de resinar-los **mitjançant mètode Borehole**. En aquests dos rodals estava prevista una aclarida de millora un cop finalitzada l'època de resinació, per la qual cosa amb el mètode no es posava en risc la vitalitat dels arbres seleccionats.

Taula 4. Nombre d'arbres seleccionats per classe diamètrica a la finca Montrubí per a mètode *Borehole*.

Classe Diamètrica (cm)	15	20	25	30	35
Nombre d'arbres	4	25	18	11	2

Mètodes de resinació aplicats

Mètode tradicional

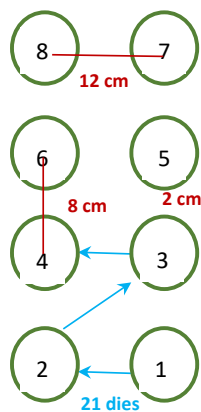
El mètode tradicional de resinació consisteix en la realització d'unes piques de forma ascendent en l'entalladura. Les piques es realitzen amb unes longituds de 12 cm d'amplada i 3 cm d'alçada de manera que es tallen els canals resinífers i es recull la resina en un pot. En cada una de les piques s'aplica una pasta estimulants (solució d'àcid sulfúric 40%, argila blanca o caolín 40%, clorur sòdic 20%). Es realitzen les piques de forma successiva cada 12-14 dies (*Fotografia 3*).



Fotografia 3. Pica realitzada mitjançant el mètode tradicional.

Mètode de pica circular mecanitzada

Consisteix en realitzar una perforació perpendicular al tronc de 6 cm de diàmetre amb un trepant de bateria (*Fotografia 4*). La perforació només afecta a l'escorça i el càmbium, per la qual cosa la qualitat de la fusta no es veu afectada. La separació de les piques en l'horitzontal és de 12 cm, mentre que la separació en la vertical és de 8 cm entre els centres de les perforacions o 2 cm entre els orificis de les perforacions (*Figura 1*).



Fotografia 4. Realització de pica mecanitzada amb trepant.

Figura 1. Esquema de piques en mètode de pica circular mecanitzada.

Un cop feta la perforació, s'aplica la pasta estimulants (pasta brasilenya) en un cordó d'uns 2 mm al voltant del perímetre de la perforació. La pasta ha d'entrar en contacte amb el càmbium. Un cop aplicada la pasta estimulants es col·loca a pressió l'implant i finalment la bossa que recollirà la resina (*Fotografia 5 i 6*).

El període de temps que es va deixar entre una pica i l'altre va ser de 21 dies, per la qual cosa es van realitzar 8 piques entre el període de 22 de juny i 16 de novembre de 2022.

La resina obtinguda amb aquest mètode està lliure d'impureses i conté un major percentatge de trementina en comparació amb el mètode tradicional.



Fotografia 5. Implant introduït a l'escorça de l'arbre un cop feta la pica.



Fotografia 6. Bosses de recollida de la resina.

Mètode Borehole

Consisteix en un procés per a la producció de resina des de ferides basals fins al xilema del pi. Es realitzen ferides al pi mitjançant trepant amb bateria i broca de fusta de 18 mm de diàmetre i longitud de 12 cm, amb la qual es fan forats de forma tangencial a l'escorça del pi (Fotografia 7). L'aplicació de la pasta estimulants es realitza mitjançant un bastó en tot el perímetre de la perforació i finalment la recollida de la resina es realitza mitjançant bosses inserides directament en la perforació, amb la qual cosa s'impedeix l'oxidació i es redueixen les pèrdues de la fracció volàtil (Fotografia 8).

Durant l'època de resinació es realitzen piques mecanitzades en sentit ascendent cada 21 dies. En l'àrea d'estudi s'han realitzat 7 piques compreses entre el 23 de juny i el 27 d'octubre.



Fotografia 7. Trepant amb broca de fusta.



Fotografia 8. Bosses inserides directament a la perforació.

Resultats obtinguts

Mètode tradicional

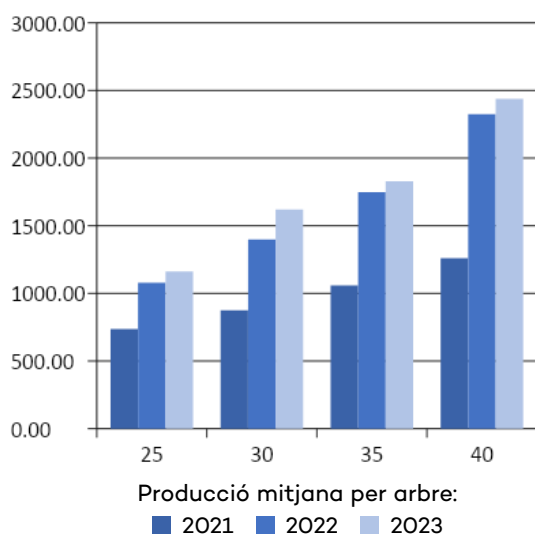
Durant el període comprès entre el 15 de juny i el 7 de setembre de 2021, es van realitzar 7 piques seguint el mètode de pica ascendent en un total de 241 arbres. Un cop feta la primera pica, cada 15 dies es va realitzar una nova pica i al cap de 15 dies el pot es pesava, obtenint un total de resina de **238,67 kg, el que implica un total de 0,99 kg/arbre de mitjana.**

Durant el període comprès entre el 15 de juny i el 12 de novembre de 2022 es van realitzar 10 piques seguint el mètode de pica ascendent en un total de 243 arbres. Un cop feta la primera pica, cada 12 dies es va realitzar la pica i al cap de 7 dies el pot de resina es va pesar, obtenint una producció de resina de **397,49 kg, el que implica un total de 1,63 kg/arbre de mitjana.**

Durant el període comprès entre el 29 d'abril i el 2 de desembre de 2023 es van realitzar 16 piques (dues de les quals en blanc, és a dir, sense afegir pasta estimulants de manera que s'aturi la resinació durant un període concret), seguint el mètode de pica ascendent en un total de 243 arbres. Un cop feta la primera pica, cada 12 dies es va realitzar la pica i al cap de 7 dies el pot de resina es va pesar, obtenint una producció de resina de **427,82 kg, el que implica un total de 1,76 kg/arbre de mitjana.**

Taula 4. Producció de resina els anys 2021, 2022 i 2023 pel mètode tradicional per a cada classe diamètrica.

CD	Producció de resina a les parcel·les pilot l'any		
	2021 (g)	2022 (g)	2023 (g)
25	44.179	64.662	69.726
30	54.315	86.639	100.363
35	64.620	106.670	111.491
40	75.562	139.514	146.241
Total (grams)	238.676	397.485	427.821



Tal com s'observa a la *Figura 2*, els principals productors de resina són els arbres de classes diamètriques majors (CD 35 i 40).

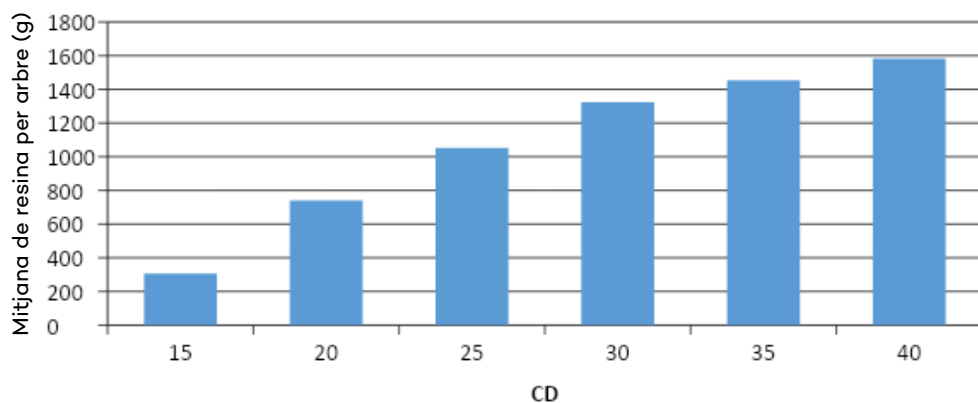
La campanya de resinació 2023 va ser més llarga que les altres dues, però s'ha vist fortament afectada pels períodes de sequera acumulats i, per tant, es considera que la producció de resina ha estat inferior a l'esperada.

Figura 2. Producció de resina per arbre (gr) segons la CD en mètode tradicional per als anys 2021, 2022 i 2023.

Mètode de pica circular mecanitzada

Durant el període comprès entre el 22 de juny i el 16 de novembre de 2022 es van realitzar 8 piques mitjançant el mètode mecanitzat de trepant superficial en 60 arbres, del qual se'n van obtenir **73,75 kg de resina, el que suposa 1,23 kg/arbre de mitjana**.

Tal com s'observa a la *Figura 3*, la principal producció de resina s'obté a les CD 30, 35 i 40, observant-se en classes diamètriques més grans, major producció de resina amb una mitjana de 1,45 kg en les CD 35 i 1,58 kg en les CD 40.

**Figura 3.** Producció de resina per arbre segons la CD en mètode de pica circular mecanitzada.

Mètode Borehole

Durant el període comprès entre el 23 de juny i el 27 d'octubre de 2022 es van realitzar 7 piques mecanitzades en sentit ascendent cada 21 dies en 60 arbres, dels quals se'n van obtenir **37,38 kg, el que suposa 0,62 kg/arbre de mitjana**.

Tal com es pot observar a la *Figura 4*, els principals productors de resina són els arbres de classes diamètriques majors, destacant els de CD 35, amb un augment considerable en la producció de resina, amb una mitjana de 1,51 kg de resina per arbre.

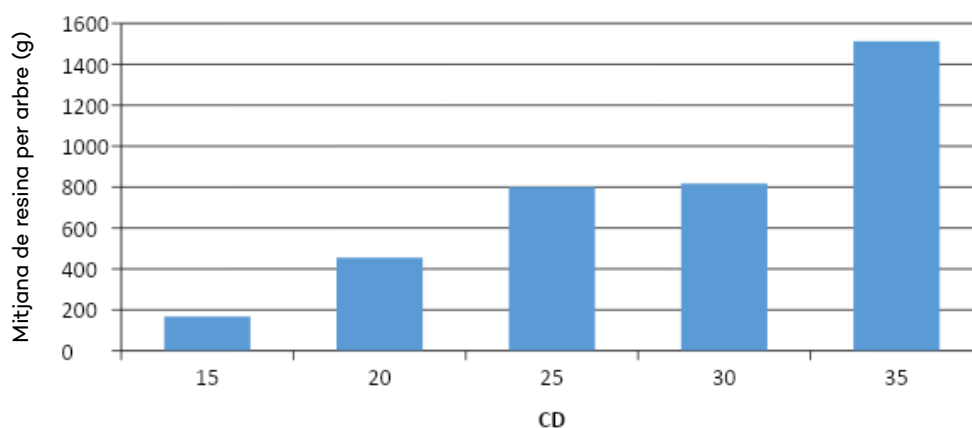


Figura 4. Producció de resina per arbre segons la CD en el mètode *Borehole*.

Conclusions

En general, les produccions observades són similars a les obtingudes en aprofitaments realitzats prèviament a Catalunya, però inferiors a les produccions reportades en altres països de la Mediterrània. Ara bé, aquestes són dades generals obtingudes en unes condicions no tant adverses com les dels darrers anys, en els que s'han patit períodes de sequera llargs i en conseqüència la producció de resina s'ha pogut veure afectada. Per tant, aquests resultats no es consideren conclouents i es considera que s'ha de mantenir i/o inclús incrementar aquesta línia de treball.

Partint de la base que la producció de resina està afectada per molts factors (situació, orografia, altitud, estat de gestió del bosc, fenologia i diàmetres dels peus, formació i experiència del resinífer, meteorologia), ens fa pensar que aquestes produccions poden ser molt superiors a les obtingudes a certes forests i en certes condicions. No descartem doncs, que hi hagi boscos a Catalunya que permetin la resinació com una activitat forestal viable econòmicament, sobretot en un context d'augment de demanda.

Ara bé, si a més a més del benefici econòmic tenim en compte els beneficis socials i de prevenció d'incendis, així com els serveis ecosistèmics que proporciona, aquesta activitat podria ser viable a una major superfície de boscos de Catalunya. Amb una mentalitat més oberta i sortint dels esquemes tradicionals de la seva explotació podem considerar la resinació com una oportunitat de gestió que fins ara no s'ha via contemplat. Els arbres de classes diamètriques superiors a 30 cm tenen major producció. Però, i si resinem també peus de classes diamètriques inferiors en àrees estratègiques per prevenció d'incendis, com una acció que permeti mantenir-ne



l'estructura creada i que la producció obtinguda serveixi per finançar part d'aquesta acció? En actuacions forestals planificades que impliquin la tallada d'arbres, i si resinem a mort els que es preveuen tallar un any abans dels treballs independentment del diàmetre? I si extraiem la resina mitjançant mètodes que no proporcionen les produccions més altes però que impliquen menys mà d'obra i personal no tan especialitzat? Les possibilitats són moltes.

El mètode de resinació, el tipus, la densitat i els diàmetres dels arbres a resinar i la durada de la campanya són variables que s'han d'estudiar de cara a conèixer la rendibilitat, tant com a activitat principal com a complementària d'una explotació amb l'objectiu de prevenció d'incendis. L'existència d'un col·lectiu de resinadors qualificats, la presència d'indústries a Catalunya que consumeixin el producte directament reduint considerablement els costos de transport i l'evolució favorable del mercat de la resina podrien acabar d'inclinar la balança cap a la viabilitat de la producció. Per tant, considerem que, amb la informació disponible i les oportunitats identificades, la producció de la resina com una matèria primera alternativa a la dels derivats del petroli pot ser una opció viable per als boscos de pi blanc de Catalunya.

Bibliografia

- Avellà J. 2001. L'alternativa de la resina. *Silvicultura*, 31. 1er Trimestre.
- Delgado C. 2016. Proves de resinació a Vallirana. [Diapositives Power Point].
- McDowell NG, Adams HD, Bailey JD, Kolb TE. 2007. The role of stand density on growth efficiency, leaf area index, and resin flow in southwestern ponderosa pine forests. *Can. J. For. Res.* 37: 343–355.
- Moulalis D. 1981. Variation in resin production of Aleppo pine in Kassandra–Chalkidiki. *Sci. Ann. Vol. 19.* – Dept of Forestry and Nat. Environ., Univ. of Thessaloniki, pp. 467–488, in Greek.
- Panda H. 2008. Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals (Rosin. *Terpene Derivatives, Tall Oil, Resin & Dimer Acids, Asia Pacific Business Press Inc., Delhi.*
- Rodrigues KCS, Azevedo PCN, Sobreiro LE, Pelissari P, Fett-Neto AG. 2008. Oleoresin yield of *Pinus elliottii* plantations in a subtropical climate: Effect of tree diameter, wound shape and concentration of active adjuvants in resin stimulating paste. *Ind. Crop. Prod.* 27: 322–327.
- Rodríguez-García A, López R, Martín JA, Pinillos F, Gil L. 2014. Resin yield in *Pinus pinaster* is related to tree dendrometry, stand density and tapping-induced systemic changes in xylem anatomy. *For. Ecol. Manage.* 313: 47–54.
- Spanos KA, Gaitanis D, Spanos I. 2009. Resin production in natural Aleppo pine stands in N. Evia- Greece and possibilities for increasing income under sustainable forest management. Proceedings of the 14th «Panhellenic Forestry Conference». Hellenic Forestry Society. November, 1–4, Patra, Greece.
- Zamski E. 1970. The effect of microclimatic conditions on resin duct formation and resin secretion in *Pinus halepensis* Mill. *La-Yaaran.* 20: 7–35.



JORNADA

9



Conreu de tòfona negra en un context de canvi climàtic. L'experiència de la finca de Maials

Juan Martínez de Aragón. Dr. Enginyer de Forests. Recercador (CTFC)

Jose Antonio Bonet. Dr. Enginyer de Forests. Recercador (Agrotecnio-UdL)

Yasmin Piñuela. Dra. Enginyer de Forests. Recercadora (ID Forest)

Javier Parladé. Dr. Ciències Biològiques. Recercador (IRTA)

Daniel Oliach. Dr. Enginyer de Forests. Recercador (CTFC)

Cita bibliogràfica: Martínez, J.; Antonio, J.; Piñuela, Y.; Parladé, J.; Oliach, D. 2024. Conreu de tòfona negra en un context de canvi climàtic. L'experiència de la finca de Maials. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 76-89.

RESUM

Des de l'any 2015, en una parcel·la experimental al municipi de Maials, investigadors de la Universitat de Lleida (UdL) i del Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), amb la col·laboració de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), estan estudiant com adaptar la gestió del conreu de la tòfona negra al canvi climàtic i conèixer les interaccions entre plantes productores de tòfona negra i plantes aromàtiques. La ubicació de la finca no és a priori apta per a la producció de tòfona negra, ja que es troba fora dels seus límits climàtics de producció silvestre degut a les altes temperatures i poca precipitació de la zona. La recerca feta se centra en avaluar l'evolució de la tòfona negra en funció de diferents estudis de reg i d'encoixinat per controlar la temperatura i humitat, així com veure la interacció de la tòfona negra amb plantes aromàtiques i medicinals, i quin és l'efecte segons el tipus de niu de torba combinat amb reg en la producció de tòfones. La investigació que s'està duent a terme permet avançar la possibilitat d'implementar aquest conreu a la zona, aconseguint que es produeixin les primeres produccions de tòfona negra fora dels seus límits naturals de producció. Les dades obtingudes poden ajudar a visualitzar les condicions de gestió que ens trobarem en un futur pròxim a les zones que actualment són idònies per a la producció de la tòfona a Catalunya.

Introducció

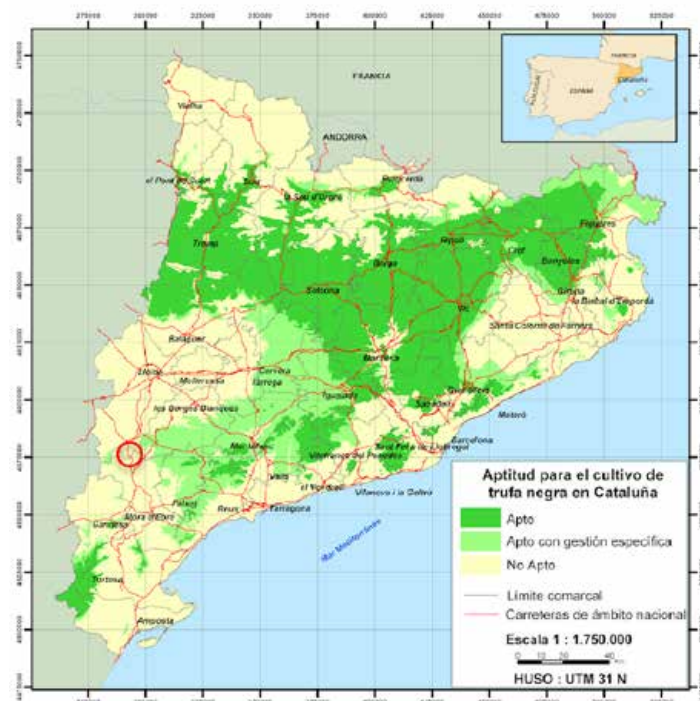
La tòfona és coneguda pel seu aroma i sabor, i constitueix un dels ingredients privilegiats de la gastronomia internacional. A la regió mediterrània existeixen prop de 32 espècies de tòfona, de les quals a Catalunya es troben i comercialitzen la tòfona blanca o d'estiu (*Tuber aestivum*), la tòfona gravada (*Tuber uncinatum*), la tòfona d'hivern o magenca (*Tuber brumale*) i la tòfona negra (*Tuber melanosporum*), essent aquesta última la més apreciada.

La producció de tòfona silvestre ha sofert una davallada molt important des de meitat del segle passat, i actualment la major part de la producció procedeix del seu cultiu. A Catalunya, la tòfona es produeix principalment a les zones calcàries de mitja muntanya del Prepirineu i de la Serralada Prelitoral. L'evolució del nombre de plantacions va en augment, però encara no és suficient per satisfer la demanda actual, que és global. A més a més, en les últimes dècades, la severitat i freqüència dels períodes de sequera, especialment agreujats en la zona Mediterrània i concentrats en l'època estival (Cramer *et al.* 2018), podrien minvar la producció de tòfona conreada (Büngten *et al.* 2011). Per això, es fa necessari adaptar les tècniques agrícoles que permetin contrarestar els efectes de la falta d'aigua per tal de poder revertir aquest procés (García-Barreda *et al.* 2019).

En aquest sentit, la parcel·la experimental per al cultiu de tòfoques, ubicada al municipi de Maials és un camp d'assaig idoni ja que, a l'estar ubicat fora del seu rang òptim de producció, permet anticipar els efectes del canvi climàtic sobre la producció de la tòfona negra (Figura 1). En aquest dispositiu de 4 ha, que alhora serveix de camp d'assaig i també com a parcel·la demostrativa, s'estan testant diferents tècniques de cultiu: l'ús d'encoixinats per promoure el desenvolupament de la tòfona negra als primers estadis de producció, l'establiment de conreus de plantes aromàtiques intercalats amb les plantacions de la tòfona negra i l'estudi de la dosi de reg i tipus de nius de torba en la producció de la tòfona negra.

A les nostres contrades, el cultiu de la tòfona negra pot esdevenir una activitat alternativa a les activitats agràries tradicionals, diversificant l'economia rural i afavorint un reequilibri territorial. Però, on es pot cultivar la tòfona negra i quins són els requeriments per al seu cultiu?

Figura 1. Mapa d'aptitud per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya (Colinas *et al.* 2007) i ubicació de la parcel·la experimental al municipi de Maials.



Requeriments per al cultiu de la tòfona negra

La garantia d'èxit a l'hora d'establir una plantació d'arbres inoculats amb la tòfona negra passa per complir un conjunt de condicions geogràfiques, climàtiques, edàfiques i biòtiques, per assegurar-ne la idoneïtat del terreny on es farà la plantació. Els paràmetres que se citen a continuació s'han obtingut de la caracterització dels terrenys on es troba de forma silvestre la tòfona negra, seguint les recomanacions de diferents autors.

Condicions geogràfiques

La localització geogràfica pot determinar la distribució de les tòfonas, però els paràmetres geogràfics a vegades no són determinants i, per això, s'han de tenir en compte juntament amb el clima.

Altitud

L'altitud adequada per a l'establiment d'una plantació és un paràmetre que presenta discrepàncies entre autors, ja que no es pot separar de la latitud i de l'orientació. A Europa, les tofoneres silvestres es troben des de gairebé a nivell del mar a França i fins als 1.800 m a Granada. A Espanya, les tofoneres silvestres se situen majoritàriament al voltant dels 600 – 1.200 m.

Orientació

A Catalunya podem considerar totes les exposicions possibles, si bé caldrà considerar que en cotes elevades hi haurà preferència per una exposició sud.

Pendent

Normalment no es troben tofoneres en zones completament planes pel risc d'entollaments. És més freqüent trobar-les en pendents moderades (< 15 %).

Condicions climàtiques

Les condicions climàtiques clau per al desenvolupament de la tòfona negra són la precipitació i la temperatura.

Precipitació

La disponibilitat d'aigua és de gran importància en la tubercultura, sobretot durant la primavera i l'estiu, quan les precipitacions tenen un paper decisiu per al creixement de la tòfona negra. No obstant això, es podrien considerar aptes per al cultiu de la tòfona negra les zones on sigui factible establir-hi un sistema de reg per suplir la necessitat d'aigua en els períodes més secs. En cas de no disposar de reg de suport, cal tenir en compte que la producció no serà estable en el temps i variarà molt en funció de la climatologia anual.

Temperatura

La tòfona negra prefereix climes mediterranis de marcada estacionalitat. El clima favorable per a la tòfona negra es caracteritza per una primavera temperada, un estiu relativament calorós, una tardor sense glaçades avançades que podrien aturar la maduració dels carpòfors i uns hiverns no extremadament freds.

Macronutrients (N, P i K)

La importància de les concentracions de nitrogen (N), fòsfor (P) i potassi (K) en el sòl per a la producció de la tòfona negra és baixa, malgrat la seva condició de nutrients essencials. Freqüentment els problemes associats a macronutrients són a causa de concentracions massa elevades que provenen de l'aportació d'adobats. Quan les concentracions són altes, la planta els pot absorbir sense necessitat del fong i deixa de formar micorrizes, la qual cosa pot provocar condicions desfavorables per al desenvolupament del fong que depèn de l'arbre per a obtenir energia.

El rang del contingut de nitrogen orgànic (mètode Kjeldahl) recomanat per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 0,1 % i 0,3 %. El rang de fòsfor recomanat expressat en P_2O_5 és de 0,1 % a 0,3 %. I el rang recomanat del contingut de potassi intercanviable (K_2O) està comprès entre 0,01 % i 0,03 %.

Relació C/N

La relació Carboni/Nitrogen reflexa el grau de mineralització d'un sòl i és un indicador de la seva activitat biològica, per la qual cosa cal considerar-la en sòls pesats, amb un contingut en argiles elevat. El rang recomanat de la relació C/N per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 8 i 15.

Estructura

L'estructura descriu la forma com s'agreguen les partícules individuals d'un sòl i l'espai de cavitats associades. La millor estructura per al desenvolupament de la tòfona negra és aquella que permet un bon drenatge del sòl i una bona circulació de l'aigua pels porus, així com una bona penetració de les arrels de l'arbre i del miceli de la tòfona negra. L'estructura òptima per al cultiu de la tòfona negra és la denominada granular o grumollosa.

Condicions biòtiques

El llegat del cultiu anterior al terreny on s'establirà la plantació afectarà la seva evolució. Són preferibles els camps amb cultius previs de cereals, farratgeres o lleguminoses, vinya o fruiters i, en general, antecedents de cultius endomicorrízics. En el cas de cultius llenyosos és important comprovar l'estat sanitari de les arrels. Una infecció dels fongs patògens *Armillaria* sp. o *Phytophthora* sp. podrien afectar seriosament a la plantació. És recomanable eliminar les arrels més gruixudes i dur a terme una "neteja biològica" del terreny a base de cultivar espècies cerealistes o farratgeres durant almenys un any.

Gestió d'una plantació tofonera

La gestió d'una plantació tofonera comença posteriorment a la plantació dels arbres inoculats amb la tòfona negra, que es poden adquirir en vivers especialitzats. És aconsellable abans de realitzar la plantació analitzar la planta en un laboratori de la seva elecció. La densitat òptima de plantació s'ha establert al voltant de les 250-300 plantes per hectàrea, podent variar la densitat en funció de l'espècie hoste o del tipus de terreny i la seva qualitat. Malgrat es pugui pensar en un conreu extensiu en el que les tècniques culturals a aplicar són escasses, la realitat mostra que una bona producció de tòfona negra passa per la realització de tot un conjunt de tractaments.

Tractament de la vegetació i del sòl

Durant els primers anys de vida de la plantació, abans de l'aparició dels cremats, és important l'eliminació de la competència herbàcia per al desenvolupament de la planta hoste i del fong. La pràctica més comuna és l'entrecavat manual o amb conreu superficial mecànic, mitjançant el qual s'aconseguirà també una aeració del terreny, sent possible la utilització d'encoixinats de color blanc.

Opcionalment, es pot establir conreus intercalats en plantacions de tòfones (es considera una opció interessant per tal d'obtenir unes rendes complementàries durant els primers anys, abans de l'entrada en producció dels arbres productors (Geoffroy *et al.* 2018). És per això que, a Maials, a través del projecte Tuberlinks s'està testant les interaccions entre plantes productores de tòfona negra i plantes aromàtiques.

Quan la parcel·la ja ha entrat en producció només es realitza un conreu a l'any a la zona del cremat (manual o mecanitzat), entre els mesos d'abril i maig (malgrat haver models de gestió on no és llaura el terreny al tenir un sòl molt ben estructurat o una textura molt arenosa).

Durant totes les fases del cultiu de la tòfona negra, és important tenir ben airejat el sòl, però especialment durant la fase de producció. Serà necessari, en acabar la campanya, cavar la zona del cremat (sobretot quan el sòl té una textura més pesada que tendeix a compactar-se) per així aconseguir un sòl esponjós idoni per a la fructificació de les tòfones.

Esporgues

Durant els primers anys de la plantació es realitzarà esporgues de formació. El seu objectiu principal és corregir anomalies del port i formar una estructura de l'arbre per crear condicions d'ombra al sòl en zones amb molta incidència solar i altes temperatures i de menys ombra en zones més humides i amb baixes temperatures, per afavorir per al desenvolupament de les tòfones.

Les esporgues de formació podran començar a partir del tercer any en funció del vigor de la planta i cal que la seva intensitat sigui baixa. Es recomana realitzar-les anualment. Posteriorment, a partir del desè any, es pretén limitar el creixement de la part aèria i del seu sistema radicular i evitar el tancament de capçades. En aquesta etapa la intensitat de l'esporga pot ser més alta i amb una freqüència de 2-5 anys.

Regs

El reg és un aspecte fonamental en la producció de tòfones. En els primers anys de plantació és convenient que l'aplicació de regs de suport cobreixin al voltant d'un 50 % de la ET_o (Evaponstrapiració de referència) menys la precipitació durant el període vegetatiu (Olivera *et al.* 2014), intentant provocar un període curt d'estrés hídric a l'estiu. Durant la fase productiva, els regs s'aplicaran des de principis de primavera fins a la tardor. La quantitat d'aigua a aportar i la seva periodicitat dependrà de les característiques de la plantació i de la textura del sòl, així com de la meteorologia. En general, cal fer aportacions de 20-30 l/m² des del maig-juny fins a l'agost-setembre, cada 2-3 setmanes en funció de la capacitat de retenció del sòl i de les precipitacions caigudes.

Realització de nius

Una pràctica molt habitual a les plantacions ha estat la incorporació de torba i espores mitjançant la realització de forats a la zona del cremat. Aquesta pràctica afavoreix una major quantitat de tòfones noves pels anys següents. La tècnica d'aportació de matèria orgànica al sòl tofoner es coneix com a realització de “nius tofoners” o “aportacions”.

Recollecció de tòfones i gos tofoner

Per a la recollida de tòfona és indispensable la possessió de la llicència de tofonaire, degudament actualitzada (ORDRE MAH/328/2005). Aquesta Ordre estableix les condicions per a la recollecció de les tòfones i el període de recollecció que va del 15 de novembre al 15 de març. La tòfona va madurant a mesura que avança l'hivern, sent necessari anar recollint-les totes les setmanes i fins i tot, en certs moments de la temporada, dues vegades per setmana.

A més a més, la recollida de la tòfona negra és una activitat singular ja que són imprescindibles els gossos ensinistrats per a la localització de les tòfones.

Experiències portades a terme en la finca experimental de Maials

L'ús d'encoixinats per promoure el desenvolupament de la tòfona als primers estadis de producció

L'ús d'encoixinats per a prevenir l'evaporació de l'aigua de reg és una manera econòmica utilitzada àmpliament en agricultura (Bandopadhyay *et al.* 2018), i la seva aplicació s'està començant a testar en plantacions de tòfona negra (Olivera *et al.* 2014). Donada la situació de substitució de la tòfona negra (*Tuber melanosporum*) per la tòfona d'estiu (*T. aestivum*) que s'està observant empíricament en zones silvestres de la conca mediterrània (D. Espasa, comunicació personal, vicepresident de l'Associació de productors de Catalunya, PROTOCAT), l'aplicació d'encoixinats i l'ús de reg podria prevenir la substitució de la tòfona negra per, la menys valorada econòmicament, tòfona d'estiu.

En el present assaig de Maials s'ha analitzat el desenvolupament del miceli de la tòfona d'estiu i de la tòfona negra a partir de la plantació d'alzines inoculades (*Quercus ilex sbsp. ilex*) per parelles i separades 70 cm entre si, amb la combinació d'una alzina inoculada amb tòfona negra i l'altra amb tòfona d'estiu. D'aquesta manera, es podia observar el desenvolupament del miceli quan totes dues tòfones estan prospectant el mateix espai en el sòl en una situació de competència (Figura 3). Al voltant de les plantes, es van col·locar dos tipus diferents d'encoixinats (negre i blanc) i un tractament sense encoixinat a mode de control. Així mateix, es va realitzar un tractament de reg (a partir del càlcul del potencial hídric del sòl) i un tractament sense reg. En total, sis tractaments diferents repetits sis vegades amb un total de 36 unitats experimentals. La quantificació del miceli del sòl es va realitzar als dos anys de l'establiment de la plantació quan les alzines inoculades tenien

quatre anys. La quantitat de miceli es va mesurar mitjançant qPCR, una tècnica molecular que mesura la quantitat d'ADN en el sòl que, després, es pot expressar com a mg tòfona / g sòl. Les mesures es van realitzar al maig i al desembre durant dos anys consecutius (2017 i 2018).

En el punt equidistant entre totes dues alzines inoculades (*Figura 3* centre), on es produeix la interacció entre el miceli de totes dues espècies de tòfones, es va comparar la quantitat de miceli de *T. aestivum* i *T. melanosporum*. Aquí es van observar diferències significatives solament sota l'encoixinat blanc, sent majors les quantitats de miceli de tòfona negra quan s'aplica reg i, de tòfona d'estiu, quan no s'aplica reg (*Figura 4*).

Amb els resultats obtinguts es corrobora el que s'havia observat prèviament amb tòfona negra (Olivera *et al.* 2014) en quant al benefici de la utilització d'encoixinat per al desenvolupament de miceli de tòfona en els primers estadis de creixement. L'aplicació de reg amb un suport d'encoixinat pot permetre la possibilitat de l'establiment de plantacions de tòfona negra en zones que no siguin òptimes per al seu desenvolupament. L'estudi ha pogut constatar igualment que malgrat el desplaçament que està patint la tòfona negra per part de la tòfona d'estiu en zones mediterrànies, quan es proporcionen les condicions òptimes per al desenvolupament de la tòfona negra (reg i encoixinat per a prevenir l'evaporació de l'aigua proporcionada), la tòfona negra continua sent més competitiva que la tòfona d'estiu (Piñuela *et al.* 2021).

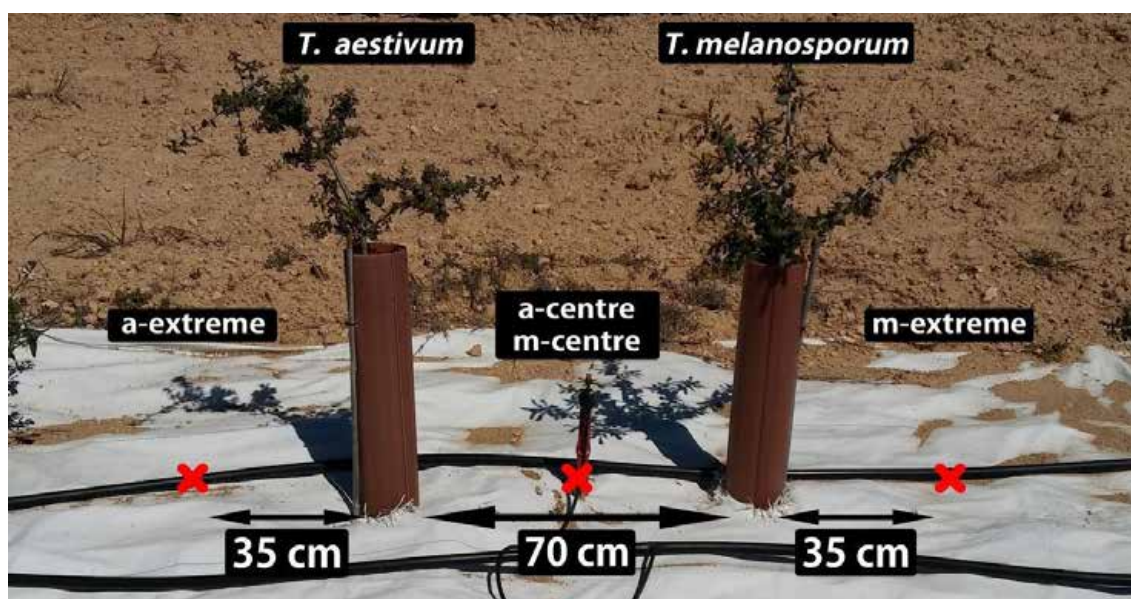


Figura 3. Unitat experimental composta per una alzina inoculada amb *T. melanosporum* i una altra alzina inoculada amb *T. aestivum* amb encoixinat blanc en la plantació experimental a Maials (Lleida).

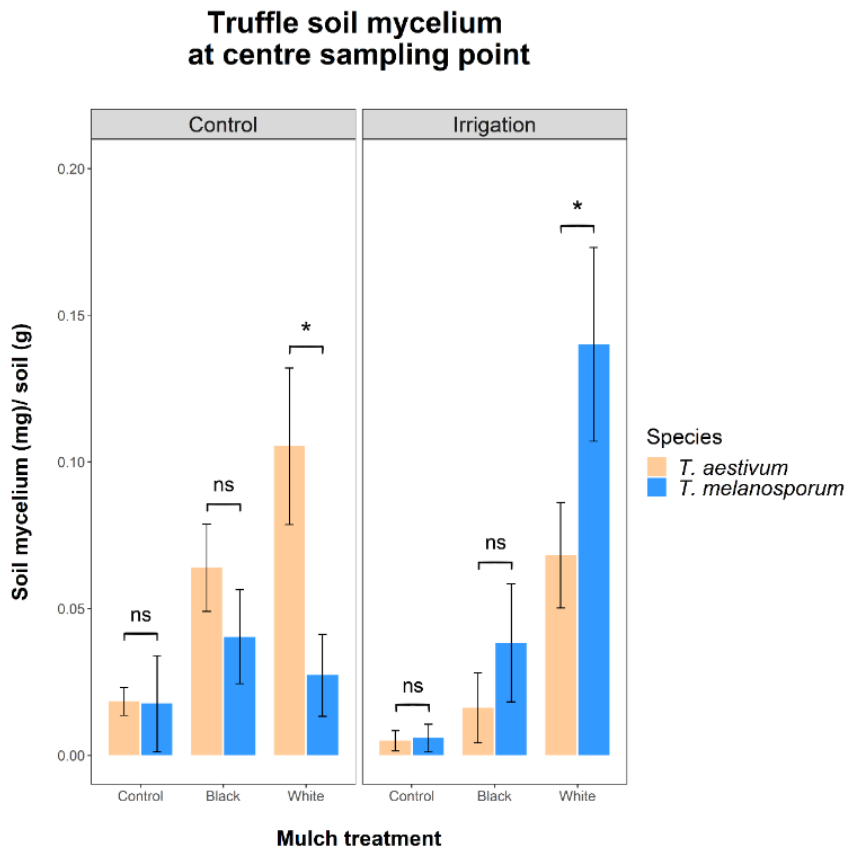


Figura 4. Quantitat de miceli de tòfona negra i tòfona d'estiu amb els diferents tractaments d'encoixinats i sota diferents condicions de reg i amb reg en el punt central de la unitat experimental.

Micelio (soil mycelium), tòfona negra (*T. melanosporum*), tòfona d'estiu (*T. aestivum*), tractaments d'encoixinats (mulch treatment), control (control), negre (black), blanc (white), reg (irrigation).

Interaccions entre plantes productores de tòfona i plantes aromàtiques

Entre els cultius compatibles amb la producció de tòfones, les plantes aromàtiques són una opció adient perquè estan adaptades a unes condicions ecològiques semblants. No obstant, la formació de cremats (zones amb vegetació escassa i amb creixement limitat degut a l'efecte l'allopàtic del miceli) (Streiblová *et al.* 2012) al voltant de les plantes productores de tòfona pot afectar les possibilitats d'èxit dels cultius intercalats. Tanmateix, Barou *et al.* (2023) van descriure l'efecte inhibitor dels fongs formadors de micorrizes arbusculars en el desenvolupament de micorrizes i miceli de *Tuber melanosporum*. Per tal d'estudiar les interaccions entre plantes productores de tòfona i plantes aromàtiques en condicions de camp es van instal·lar dos experiments que combinen diferents tipus de plantes aromàtiques amb alzines micorrizades sota dos tipus de reg (normal i deficitari). La hipòtesi principal que volem contrastar és que el miceli de la tòfona afecta negativament al creixement de la planta aromàtica no inoculada amb fongs arbusculars (el tipus de fong que forma micorrizes amb les plantes aromàtiques) i no afectaria a les plantes inoculades.

En un primer assaig es va establir una plantació al maig del 2022 amb alzines micorrizades de 2 anys i farigoles (*Thymus vulgaris*) micorrizades amb diferents fongs arbusculars i no micorrizats (control), plantats a 20 cm de l'alzina (Figura 5) sota dos tipus de reg, normal i deficitari. El nombre total d'unitats experimentals (Figura 5) és de 50 (5 tractaments d'inoculació amb fongs arbusculars x 2 programes de reg x 5 repeticions). En aquesta plantació es va establir un seguiment periòdic del creixement de les plantes i de la presència de miceli de *T. melanosporum* en el sòl quantificada amb tècniques de PCR quantitativa (qPCR) segons es descriu a Parladé *et al.* (2013).

Figura 5. Disseny de la unitat experimental de plantacions mixtes d'alzines joves micorrizades i *farigoles* amb diferents tractaments d'inoculació amb fongs arbusculars i reg. Els punts negres indiquen a on es prenen les mostres de sol per anàlisi (una mostra composta per unitat experimental).



En un segon assaig en la mateixa data, es va establir una plantació d'espígols (*Lavandula officinalis*), micorrizats amb fongs arbusculars locals i no micorrizats (control) en una plantació de 7 anys d'alzines micorrizades amb tòfona amb reg normal i deficitari. Les plantes aromàtiques es van establir dintre i fora del cremat tal com es mostra a la *Figura 6*. A l'igual que en l'anterior assaig, es va establir un seguiment del creixement de les plantes i del miceli de *T. melanosporum* en el sòl, dintre i fora del cremat. El nombre total d'unitats experimentals (la *Figura 6* mostra 4 unitats experimentals) és de 40 (2 tractaments d'inoculació x 2 localitzacions, dintre i fora del cremat x 2 programes de reg x 5 repeticions).

Figura 6. Disseny de 4 unitats experimentals de plantacions mixtes d'alzines adultes micorrizades i espígols inoculats amb fongs arbusculars i no inoculades, dintre i fora del cremat i amb diferents programes de reg. Els punts negres indiquen on es prenen les mostres de sol per anàlisi (una mostra composta per unitat experimental).



Totes les plantes aromàtiques es van protegir amb protectors de plàstic (*Figures 5 i 6*). Les dades de creixement d'ambdues plantacions s'estan prenent anualment a partir de la tardor del 2023, al final de la estació vegetativa i després del programa de reg estival. Els mostrejos de sòl s'estan realitzant a la primavera de cada any.

Efecte del tipus de nius de torba i de la dosi de reg en l'època de recollecció i la quantitat de tòfona negra.

Una de les pràctiques culturals més prometedores per al cultiu de tòfones (Murat et al. 2016) és l'anomenada “nius de tòfona” o “pous de tòfona” (en endavant “nius”), la qual s'ha difós entre els productors en els darrers anys. Aquesta tècnica és una adaptació d'una antiga pràctica utilitzada pels buscadors de tòfona silvestre, que consistia en l'aplicació puntual de matèria orgànica descomposta per modificar el sòl de la tofonera. Un dels aspectes innovadors de l'aplicació de nius a les plantacions tofoneres és l'ús de substrats a base de torba, que es diferencien clarament dels sòls minerals en molts aspectes: baixa densitat aparent, alta porositat, alta aeració i bon drenatge, alta retenció d'aigua i fàcilment disponible, baixa conductivitat tèrmica amb el mateix contingut d'aigua i baix contingut de nutrients (Garcia-Barreda et al. 2020, 2021). Els productors afirmen que els nius augmenten la qualitat de la tòfona, tot i que alguns adverteixen sobre els problemes d'humectació de la torba després d'assecar-se. Així, per tal d'estudiar com gestionar aquesta nova tècnica, es va implementar un estudi combinant dues maneres diferents de realitzar els nius combinat amb tres dosis de reg.

Al tipus de niu 1, es realitzen uns forats al sòl d'una dimensió de 20x20x20 cm on s'hi s'afegeix 2 litres de torba sense barrejar amb el sòl original junt amb inòcul esporal. En el cas dels tipus de niu 2 es realitzen barrejant la torba amb el sòl original. Les tres dosis de reg estan basades amb el potencial hídric del sòl (Dosis alta = -350 kPa, Dosis mitjana = -500 kPa, Dosis baixa = -650 kPa) (Figura 7).



Figures 7 i 8. Unitat experimental amb nius de torba sense barrejar (a l'esquerra) en la plantació. Col·locació de sensors de potencial hídric del sòl en niu on la torba està barrejada amb el sòl (a la dreta).

Els resultats obtinguts en aquest primer any d'estudi indiquen l'eficiència dels nius, ja que la majoria de tòfones produïdes surten al seu interior (87 % del total). No obstant, no s'observen diferències significatives en la qualitat de la tòfona obtinguda ni en la quantitat entre els dos tipus de nius, malgrat que si que es troben diferències significatives en els tipus de nius en l'evolució de la fructificació al llarg de la temporada. Així doncs, els nius de torba sense barrejar amb el sòl concentren la seva producció al principi de la temporada, del 30 de novembre fins al 29 de desembre, representant el 69 % del total de la tòfona recollida en aquest tipus de niu de torba durant aquest període de la temporada. D'altra banda, el tipus de niu

amb la torba barrejada amb el sòl, comencen a produir més tard (només el 17 % de les tòfones produïdes en aquest tipus de níus surten fins al 31 de desembre), allargant la temporada de recollecció fins el final de la temporada (83 % de tòfones recollectades a partir de l'1 de gener).

En quan als resultats obtinguts en funció de les dosis de reg, tot i no ser significatives, són superiors en la dosis de reg alta (-350 kPa) amb una producció de 17 kg/ha, respecte als 6,6 kg/ha i 7,9 kg/ha, en les dosis mitjana (-500 kPa) i baixa (-650 kPa) respectivament. Cal remarcar que la producció s'ha calculat a raó de 250 arbres per hectàrea.

Conclusions

El cultiu de la tòfona negra mitjançant plantacions d'arbres micorritzats necessita un seguit de tècniques culturals que s'han d'adaptar als efectes del canvi climàtic. La finca experimental de Maials, que està ubicada fora del rang idoni per a la producció natural de la tòfona, permet testar l'efecte de diferents tractaments i opcions de gestió sobre la producció del fong, constituint un valuós test de proves que pot ser transferit a altres plantacions tofoneres.

Agraïments

Projecte "TUBERLINKS" PID2022-1364780B-C31/2/3 finançat per MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ i FEDER/UE



Activitats demostratives "Els níus de torba i la gestió del reg en el cultiu de la tòfona negra". Activitat finançada a través de l'operació O1.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022.



Projecte "IMFOREST" compta amb el suport de la Fundació Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marc del Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR), finançat per la Unió Europea - NextGenerationEU.



Referències

- Bandopadhyay, S., Martin-Closas, L., Pelacho, AM., DeBruyn, JM. 2018. Biodegradable plastic mulch films: impacts on soil microbial communities and ecosystem functions. *Front Microbiol* 9:1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00819>.
- Barou, V., Rincón, A.M., Calvet, C., Camprubí, A., Parladé, J. 2023. Aromatic plants and their associated arbuscular mycorrhizal fungi outcompete *Tuber melanosporum* in Compatibility assays with truffle-oaks. *Biology* 12, 628.
- Büntgen, U., Tegel, W., Egli, S., Stobbe, U., Sproll, L., Stenseth, NC. 2011. Truffles and climate change. *Front Ecol Environ* 9:150–151. <https://doi.org/10.1890/11.WB.004>.
- Colinas, C., Capdevilla, J.M., Oliach, D., Fischer, C.R., Bonet, J.A. 2007. Mapa d'aptitud per al cultiu de la tòfona negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) a Catalunya. Solsona. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, JP., Iglesias, A., Lange, MA., Lionello, P., Llasat, MC., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, MN., Xoplaki, E. 2018. Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Clim Change* 8:972–980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>.
- García-Barreda, S., Marco, P., Martín-Santafé, M., Tejedor-Calvo, E., Sánchez, S. 2020. Edaphic and temporal patterns of *Tuber melanosporum* fruitbody traits and effect of localised peat-based amendment. *Scientific Reports* 10, 4422.
- García-Barreda, S., Sánchez, S., Marco, P., Benucci, G.M., González, V. 2021. Lack of Linkages among Fruiting Depth, Weight, and Maturity in Irrigated Truffle Fungi Marks the Complexity of Relationships among Morphogenetic Stages. *Journal of Fungi*.
- García-Barreda, S., Sánchez, S., Marco, P., Serrano-Notivoli, R. 2019. Agro-climatic zoning of Spanish forests naturally producing black truffle. *Agric For Meteorol* 269–270:231–238. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.020>.
- Geoffroy, A., Richard, F., Sanguin, H. 2018. Impact of Intercropping Cultures on Truffle Production and Soil Microbial Communities in Mediterranean Oak Orchards. In *Proceedings of the Booklet of Écologie*, International Conference on Ecological Sciences, Société Française d'Écologie et d'Évolution, Rennes, France, 22–25 October 2018.
- Murat, C., Bonneau, L., De la Varga, H., Olivier, J.-M., Sandrine, F., Tacon, F. 2016. Trapping truffle production in holes: a promising technique for improving production and unravelling truffle life cycle. *Ital. J. Mycol.* 45, 47–53.
- Olivera, A., Bonet, JA., Palacio, L., Liu, B., Colinas, C. 2014. Weed control modifies *Tuber melanosporum* mycelial expansion in young oak plantations. *Ann For Sci* 71:495–504. <https://doi.org/10.1007/s13595>.
- Parladé, J., De la Varga, H., De Miguel, A.M., Sáez, R., Pera, J. 2013. Quantification of extraradical mycelium of *Tuber melanosporum* in soils from truffle orchards in Northern Spain. *Mycorrhiza* 2013, 23, 99–106.
- Piñuela, Y., Alday, J.G., Oliach, D., Castaño, C., Bolaño, F., Colinas, C., Bonet, J.A. 2021. White mulch and irrigation increase Black truffle soil mycelium when competing with summer truffle in Young truffle orchards. *Mycorrhiza*: 31(3): 371–382.
- Streiblová, E., Gryndlerová, H., Gryndler, M. 2012. Truffle Brûlé: An Efficient Fungal Life Strategy. *FEMS Microbiol. Ecol.* 80, 1–8.



JORNADA



Com compatibilitzar la gestió forestal i cinegètica: el cas concret de la becada (*Scolopax rusticola*)

Marc Pagès Rúbies. Llicenciat en Biologia. Servei d'Activitats Cinegètiques i Pesca Continental del DACC.

Santi Llorà Aguilà. Delegat del Club de Caçadors de Becada.

Lluç Llop Descarrega. Enginyer de Forests. Servei d'Activitats Cinegètiques i Pesca Continental del DACC.

Cita bibliogràfica: Pagès, M.; Llorà, S.; Llop, Ll. 2024. Com compatibilitzar la gestió forestal i cinegètica: el cas concret de la becada (*Scolopax rusticola*). A: Pagès, M., Llorà, S., Llop, Ll. (eds). 41. Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 90-105.

RESUM

La becada és un ocell limícola forestal, majoritàriament migrador hivernal, de distribució paleàrtica, present a la pràctica totalitat dels boscos d'arreu de Catalunya.

D'altra banda, és una espècie críptica, solitària i d'hàbits nocturns, fet que provoca que passi normalment desapercebuda i sigui poc coneguda, fins i tot per a molta gent de l'entorn rural. Es tracta d'una espècie cinegètica sotmesa a un aprofitament i, per tant, d'un recurs renovable més a tenir en compte en la gestió forestal i en la biodiversitat dels nostres boscos.

Malauradament no existeixen, a casa nostra, estudis exhaustius sobre l'espècie més enllà de seguiments poblacionals portats a terme pel Club de Caçadors de Becada i per l'Institut Català d'Ornitologia. En aquest sentit, hi ha una manca d'informació sobre el maneig dels seus hàbitats d'hivernada, però també sobre els de cria de la població reproductora present a Catalunya.

Introducció

La caça és una activitat que té unes destacades implicacions socials, econòmiques i ambientals que repercuteixen en el món rural. Per una banda, des del punt de vista social, la caça forma part de la cultura tradicional rural, on els costums i la pràctica cinegètica es transmet de generació en generació. Malauradament, aquesta tradició es va perdent tal com demostren les xifres de disminució de caçadors any rere any i l'augment de la seva mitjana d'edat. D'altra banda, sobretot des del món més urbà, hi ha una visió creixent negativa i contrària a la caça, sovint a causa de la desinformació i el desconeixement de l'activitat.

Cal ser conscients que actualment a Catalunya, el 90 % de la superfície són terrenys cinegètics on es practica la caça de forma regular i planificada (Àrees Privades de Caça, Reserves Nacionals de Caça i Zones de Caça Controlada), un 3 % de Zones d'Aprofitament Comú on la caça també hi és permesa amb diferents limitacions, i en el 7 % restant (Refugis de Fauna Salvatge, Refugis de Caça i Zones de Seguretat) no s'hi practica la caça de forma regular, però sí que de forma excepcional s'hi duen a terme actuacions de control cinegètic (Figura 1).

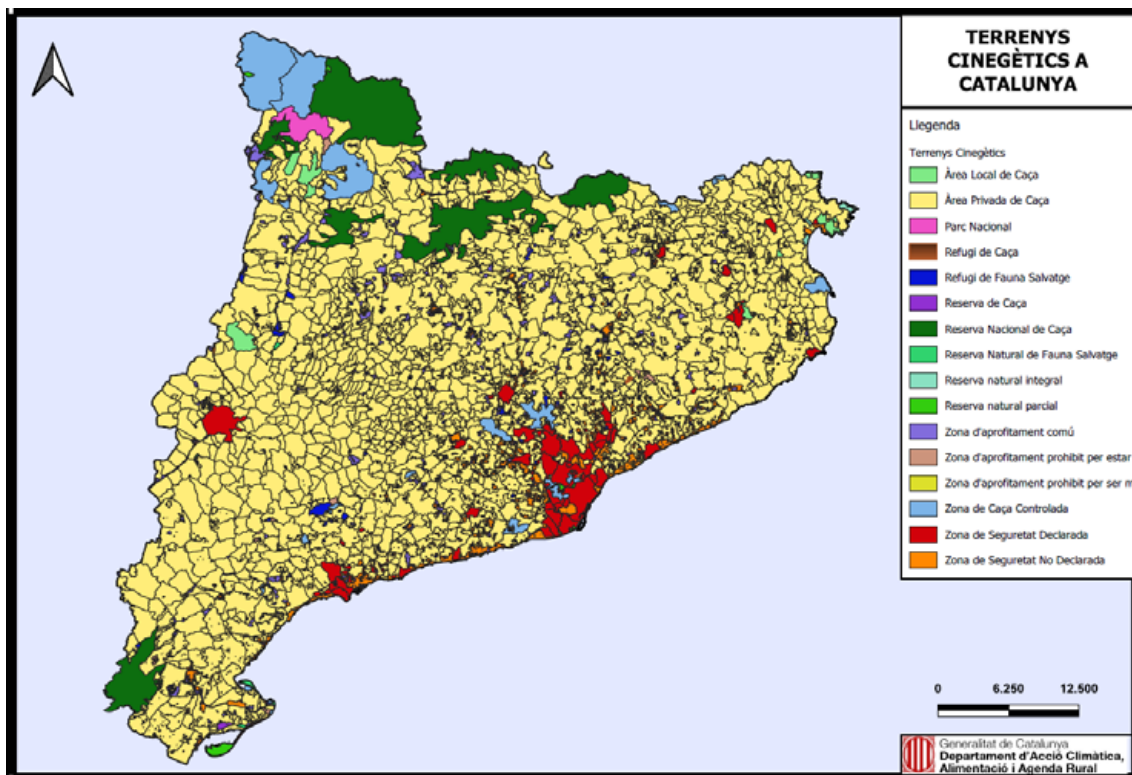


Figura 1. Mapa dels terrenys Cinegètics a Catalunya (Gener 2024).

En aquest context i essent coneixedors de la superfície que ocupen els boscos a Catalunya, veiem clarament com bona part dels propietaris forestals tenen les seves finques a l'interior d'algun terreny cinegètic. Entre les múltiples funcions de la gestió forestal, una de molt rellevant és la modificació dels hàbitats de la fauna que habita aquests boscos, una funció que rarament es té en compte i encara menys si parlem de fauna cinegètica a Catalunya.

Així doncs, atenent a les necessitats de cadascuna de les espècies de fauna, segons la silvicultura implementada en la forest, podem afavorir-ne el seu



AUTOR FOTO SADURNI ROQUET

desenvolupament o, per contra, limitar o fins i tot arribar a excloure'n algunes per manca d'hàbitat.

Tot i la poca experiència en aquest país en tècniques silvícoles adreçades a la millora de la fauna cinegètica, queda clar que la silvicultura té molt a dir en aquest aspecte.

Entre les espècies de fauna cinegètica, hi trobem la becada (*Scolopax rusticola*), un ocell limícola d'hàbits forestals, i d'aquí radica la importància que té la gestió de les forests sobre les poblacions d'aquesta espècie.

La biologia de la becada

La becada (*Scolopax rusticola*) és l'únic ocell limícola típic d'ambients forestals. Taxonòmicament forma part de l'ordre dels Caradriformes, subordre dels limícoles i família dels escolopàcids. Els ocells coneguts com a limícoles presenten trets morfològics característics: silueta típica amb bec llarg i punxegut i potes també llargues. Són ocells caminadors, que nidifiquen al terra i no es posen als arbres. A la mateixa família hi trobem els becadells, del gènere *Gallinago sp.*, ocells d'aspecte molt semblant a la becada, amb qui hom podria confondre, però de menor grandària i típics d'ambients oberts i humits, aiguamolls, arrossars, etc.

El gènere *Scolopax sp.* el formen vuit espècies distribuïdes en diferents parts del món. És però l'*Scolopax rusticola* l'espècie que presenta una major àrea de distribució, amb representació des de l'extrem oest d'Europa fins a l'extrem est d'Àsia, el que es denomina la regió biogeogràfica del Paleàrtic.

La becada es diferencia d'altres espècies d'ocells de la seva família sobretot pel fet de tenir les potes més curtes (longitud del tars entre 35 i 40 mm).

La longitud total de l'ocell oscil·la entre els 270 i 310 mm i l'envergadura alar entre els 600 i 660 mm.

El pes mitjà es troba al voltant dels 300 grams, amb un rang habitual entre els 280 i 350 grams. El pes mitjà dels mascles és inferior al de les femelles, d'uns 10 grams de diferència aproximadament. De la mateixa manera que tots els ocells migradors, les oscil·lacions de pes són presents al llarg del cicle anual en funció del període de

l'any. Per exemple, quan acumula reserves en forma de greix abans de la migració incrementa el seu pes, el qual tornarà a disminuir durant els períodes migratoris.

La becada s'alimenta de fauna edàfica, invertebrats dels subsòl, essent la seva presa predilecta el cuc de terra. Estudiant el contingut estomacal-intestinal de la becada a l'hivern a França, s'ha vist que els cucs de terra hi són presents el 98,6 % de les vegades, representant el 52 % de les preses consumides i el 88 % del total de l'energia que contenen entre totes les preses detectades.

La becada presenta dues característiques morfològiques rellevants, com són el seu bec articulat, que el fa servir a mode de pinces per capturar les seves preses i la grandària i la posició elevada dels ulls al crani, que li permeten una gran visió perifèrica sense necessitat de moure el cap i, per tant, restar immòbil per passar desapercebuda davant els depredadors.

El plomatge de la becada presenta una barreja de tons marronosos, beixos i grisosos amb taques negres, que li confereixen un aspecte críptic. Aquesta característica li permet camuflar-se dels depredadors, restant ajocada en la fullaraca del sotabosc. La muda de les plomes té lloc a l'estiu abans de la migració post-nupcial quan viatja cap als territoris d'hivernada.

L'edat de la becada, una vegada capturada, es pot determinar examinant l'estat de la muda de les plomes de l'ala. Bàsicament es pot distingir entre joves de l'any i individus adults, d'un any o més.

La becada no presenta dimorfisme sexual i, per tant, no es pot determinar el sexe mitjançant la observació externa de l'ocell. La reproducció de la becada té lloc durant la primavera i es caracteritza pels vols nupcials del mascles a primera hora del matí i al capvespre. Aquests sobrevolen les zones forestals emetent una espècie de reclam "crou-crou" greu, seguit d'un xiulet "psitt-psitt" curt i agut. En aquest moments les femelles cerquen clarianes en les zones forestals on els mascles baixen i hi té lloc l'aparellament. Nidifiquen al terra del bosc, en molts casos al peu d'arbres, arbustos o al costat d'una bardissa. Realitzen una sola posta a l'any i poden fer-ne de reposició si perden la primera. La posta consta de 4 ous, que són incubats només per la femella. Eclosionen a les 3 setmanes i la cria dels polls, que són nidífugs, corre a càrrec de la femella fins aproximadament les 5 o 6 setmanes de vida, quan els polls s'emancipen.

Es tracta d'un ocell migrador nocturn. La migració postnupcial de la becada al Paleàrtic Occidental comença a finals d'estiu i a principis de tardor i els ocells marxen de les zones de més al nord i a l'orient per passar l'hivern en zones més càlides del sud i de l'oest d'Europa i del nord d'Àfrica. A finals d'hivern i a principis de primavera té lloc la ruta inversa en la migració prenupcial. A partir del seguiment d'ocells marcats, s'han pogut establir 2 vies migratòries: una més al nord a l'entorn del mar Bàltic, mar del Nord, Illes Britàniques, Oest de França i una altra més oriental que passaria per Centre-Europa i vorejant el Mediterrani.

Deixant a part l'existència d'una població nidificant a Catalunya, és durant el període d'hivernada que l'espècie és present als boscos catalans. En aquesta etapa, la becada, tot i que s'ha contrastat la seva filopàtria o fidelitat als mateixos indrets d'un any a l'altre, es mou cercant aliment i recer per a poder afrontar condicions adverses com onades de fred, nevades o gelades perllongades. El seu comportament al llarg del dia difereix segons si es troba al període reproductor o a la hivernada. Durant la reproducció resta les 24 hores del dia al bosc amb activitat principalment diürna. Durant l'hivern aquest patró sol canviar i la becada presenta el seu màxim d'activitat a la nit. A la posta del sol, abandona el bosc i surt alimentar-se sobretot a prats de pastura extensiva de vacum, buscant la seva presa predilecta, els cucs de terra. A la matinada abans de la sortida del sol retorna a les zones boscoses per descansar durant el dia. Aquests vols, a primera i última hora del dia, són coneguts com "el pas" de la becada. Tal comportament s'ha comprovat que no el segueixen totes les becades, ni es fan tots els dies, sinó que depèn de la



meteorologia, de la zona, dels individus, etc. En zones d'ambient atlàntic s'ha estimat que d'una determinada zona forestal solen sortir a menjar als prats al voltant del 85 % dels individus.

Les poblacions d'*Scolopax rusticola*, de la mateixa manera que les de la resta d'ocells, es troben classificades segons el seu estat de conservació. Aquest es determina bàsicament en funció de la tendència de l'abundància de les poblacions i de la variació de la seva àrea de distribució. En el cas de la becada, al ser un ocell migrador amb una àrea de distribució molt extensa i hàbits críptics, la tasca de les metodologies generals de seguiment i monitorització d'ocells es veu dificultada i a vegades no permeten obtenir prou dades sobre l'espècie, que requereix de mètodes específics de seguiment.

En el cas de Catalunya la becada es troba classificada com a vulnerable. Les espècies s'han catalogat seguint els criteris regionals establerts per la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN) i suposen una revisió amb data 2012 de les categories d'amenaça, que es van publicar en l'Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2001 (sioc.cat). S'estima una població nidificant a Catalunya de 200 a 300 parelles de becades (sioc.cat).

En el cas d'Europa, l'estat de conservació està catalogat com a preocupació menor (BirdLife International (2021), ERLOB European Red List of Birds. Luxembourg. Publications Office of the European Union). Les categories d'amenaça s'han elaborat amb metodologia UICN (Unió Internacional per a la Conservació de la Natura) (sioc.cat). S'estima una forquilla entre 4.897.138 – 6.741.328 mascles a Europa (sioc.cat).

Interès cinegètic de la becada

L'interès cinegètic per la becada ha experimentat un increment molt notable en el darrers vint-i-cinc anys. Això s'explica per una sèrie de factors que van des de la davallada de les poblacions d'altres espècies, especialment les de la perdiu, a l'allicient que s'experimenta amb la caça d'un ocell cent per cent salvatge, de gran interès gastronòmic, que es troba en àrees forestals sovint allunyades de l'activitat i de les interferències humanes, que comporta una activitat física destacable i, especialment, que requereix la participació indispensable del gos de mostra.

A Catalunya podríem distingir dos tipus d'àrees de caça on es practica amb regularitat la caça de la becada.

D'una banda, en terrenys més humanitzats i propers a les zones més poblades, on la caça de la becada és compartida amb altres modalitats. Aquests tipus de terrenys, sovint coincidents amb l'àrea d'un o més municipis, aplega finques de nombrosos propietaris, sol tenir un elevat nombre d'associats, la pressió cinegètica és elevada i s'ha de compartir l'activitat amb un volum important d'altres usuaris. Per disposar dels drets de caça d'aquests tipus d'àrees de caça es paguen al voltant d'uns 200 € per caçador i temporada.

D'altra banda, trobaríem les àrees de caça més allunyades de les zones més poblades, especialment situades al Pirineu i Prepirineu. Aquí, molt sovint la caça de la becada esdevé l'interès principal en el cas de la caça menor, la mida de les finques és gran, amb un nombre de propietaris baix i el nombre de caçadors sol ser molt menor. En aquest cas, es pot parlar de preus mínims al voltant dels 600 € per temporada, quantitat que pot ser major si s'hi busquen els drets exclusius.

L'interès creixent de la caça d'aquesta espècie es nota també en l'augment que ha experimentat en els últims cinc anys el turisme cinegètic als mesos d'octubre i novembre, quan el gruix de les becades encara no ha arribat al nostre territori. Aquest turisme té com a destí principal les repúbliques bàltiques i de mitjana les despeses van dels 2.000 als 3.000 € per cinc dies de cacera, o una setmana a tot estirar.

Actualment no disposem d'una informació precisa a l'entorn de quants caçadors habituals de becada hi ha a Catalunya. Un carnet de captures obligatori per a tots els caçadors que practiquen aquesta modalitat de manera regular o puntual permetria saber el nombre exacte de caçadors que la practiquen i es podria saber de manera molt aproximada el volum d'extracció de l'espècie. Amb aquesta informació es podria gestionar molt millor la seva caça i regular-la en funció dels resultats obtinguts.

Programes de seguiment de l'espècie

El Club de Caçadors de Becada (CCB) va néixer l'any 1999 promogut per caçadors de procedència diversa, especialment del nord peninsular, amb una idea comuna: caçar la becada sota criteris ètics i de sostenibilitat, buscant criteris qualitius en detriment dels quantitius, comptant amb la tasca del gos de mostra i fent ús de mesures i mètodes per a millorar la gestió de l'espècie i assegurar una caça racional i sostenible. En altres paraules, es proposa mantenir la caça de la becada mitjançant un compromís actiu amb la conservació de l'espècie i del seu entorn i per portar-ho a terme s'han desenvolupat els següents programes de seguiment de l'espècie:

Proyecto becada

Es tracta d'un programa de seguiment de la població de becada que funciona des de la fundació del Club al 1999 i que és hereu del projecte homònim d'abast estatal desenvolupat entre 1990 i 1998, dirigit per Antonio J. Lucio Calero i Mario Sáenz de Buruaga.

El seguiment es fa mitjançant el registre de les jornades de caça i de les captures. Fins al 2006 s'empraven fitxes de paper on el col·laborador anotava la data, el lloc de la cacera, el nombre de caçadors i de gossos, la meteorologia, el tipus de bosc, el temps esmerçat en cada jornada, les becades vistes, les becades abatudes i les característiques d'aquestes (pes, edat i sexe). A partir de l'any 2006 es va crear una aplicació informàtica, pionera en la gestió cinegètica, per al registre d'aquesta informació.

Actualment a Catalunya participen al projecte uns 30 col·laboradors que aporten informació d'unes 650 jornades de caça per temporada o, el que ve a ser el mateix, d'unes 2.500 hores de mostreig. A nivell estatal són uns 300 voluntaris que reporten 6.000 jornades de caça.

L'índex Cinegètic d'Abundància

Per quantificar l'abundància de becades s'utilitza una fórmula compartida amb les diferents entitats agrupades a la FANBPO (Federació d'Associacions Nacionals de Becaders del Paleàrtic Occidental), l'Índex Cinegètic d'Abundància, la qual cosa permet comparar i combinar els registres. S'extreuen dos indicadors d'abundància, l'ICA1 i l'ICA2. L'ICA1 fa referència a la quantitat de becades vistes en el període d'una jornada estàndard de 3,5 hores ($ICA1 = (\text{becades vistes} / \text{hores}) \times 3,5$). L'ICA2 compta els exemplars abatuts en aquest mateix interval.

Amb l'Índex Cinegètic d'Abundància podem fer un seguiment de la temporada o de l'evolució històric. Pel que fa a la temporada, observem que les primeres becades arriben a finals d'octubre i que es dona una entrada progressiva fins a la 3a desena de desembre. A partir d'aleshores i fins a finalitzar la temporada, hi ha una minva d'efectius. Aquesta tendència pot veure's modificada per les afectacions meteorològiques de gran abast, com pot ser la irrupció d'una onada de fred o que un bon gruix de neu cobreixi part d'Europa.

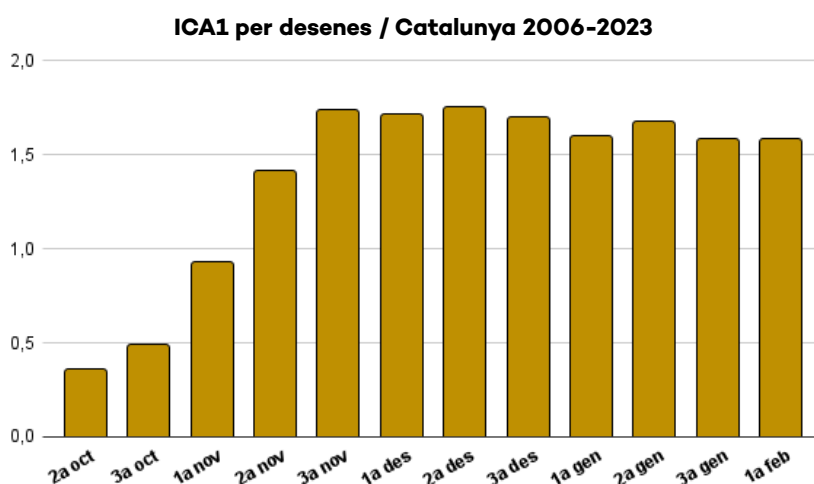


Figura 2. Índex d'Abundància de la quantitat de becades vistes, repartit per desenes en el període 2006-2024. Font: CCB

Amb l'Índex d'Abundància de les últimes divuit temporades ens podem fer una idea de l'evolució poblacional. Les dades indiquen que els índexs d'abundància es mantenen:

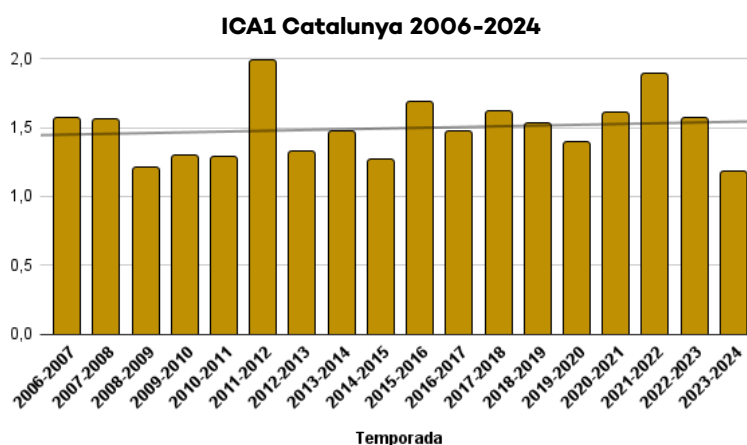


Figura 3. Índex d'Abundància de la quantitat de becades vistes, repartit per temporades en el període 2006-2024. Font: CCB

L'edat de les captures (age ratio)

Si l'abundància d'exemplars joves o adults s'avalua de manera global se'n pot extrapolar el resultat d'un major èxit o no de la cria. Val a dir que en relació al predomini d'una determinada edat en una àrea o regió concreta pot obeir més a criteris climàtics i meteorològics que no pas a l'èxit reproductor d'aquell any. En aquests anys venim observant, a nivell peninsular, que no hi sol haver coincidència

entre l'abundància d'una determinada edat entre les àrees mediterrània i atlàntica. També hem observat que en condicions de sequera l'abundància d'exemplars adults és superior, ja que en aquestes condicions els exemplars joves sembla que tendeixen a explorar nous territoris.

El pes de les captures

La mitjana de pes de les becades capturades pot ser un indicador de la disponibilitat d'aliment. La mitjana catalana és de 304 gr. El pes mitjà té a veure amb l'alimentació disponible i amb la proporció de becades adultes o joves, ja que els exemplars adults tenen un pes lleugerament superior.

Una aplicació pràctica en gestió cinegètica a partir del pes observat, seria aturar la caça si s'observa que, per culpa d'una onada de fred, la mitjana el pes dels exemplars fos un 10 % menor que l'habitual.

El sexe de les captures (Sex ratio)

El sexe de la becada una vegada caçada es pot determinar mitjançant l'autòpsia, identificant els ovaris o els testicles. Des de que es prenen dades del sexe de les becades a Catalunya, el percentatge de femelles sempre ha estat lleugerament superior, oscil·lant entre el 55 i el 61 % del total segons la temporada. Si assumim que la caça amb gos de mostra no és selectiva pel que fa al sexe, podem pensar que aquesta mateixa proporcionalitat de becades caçades és representativa de la població.

Censos de contrapassa

En finalitzar la temporada cinegètica, el primer diumenge de febrer, i fins el 15 d'abril, una trentena de col·laboradors participen en els censos de contrapassa amb el suport de gossos de mostra. Els censos de contrapassa són complementaris al *Proyecto Becada* en tant que, sumant els dos projectes, permeten fer el seguiment de l'abundància de becades al llarg de la hivernada i fer-nos una idea clara de les dates de retorn a les zones de cria. En aquest sentit, el febrer sol mantenir una abundància semblant al gener però, durant el març, amb l'inici de l'emigració prenupcial, s'observa un increment progressiu d'efectius que assoleix el seu màxim entre la 2a i 3a desena de març, abundància que anirà disminuint fins el 15 d'abril, en què els valors d'abundància són propers al zero.

Anellament científic

Les captures es fan en horari nocturn i en prats, quan la becada surt a alimentar-se. Amb un focus es localitza la becada situada al terra i s'aproxima decidida i silenciosament sense deixar d'enfocar-la. Si no surt volant, se la captura amb un salabre gran.

D'aquesta manera el CCB anella unes 300 becades anuals, especialment a Navarra i al País Basc. A les regions mediterrànies, les condicions del terreny no sempre són adequades per tal que la becada surti a alimentar-se a terrenys oberts i normalment ho fa dins del bosc, on el nivell d'humitat i la possibilitat de localitzar cucs de terra a les capes superficials és superior.

Entre d'altres informacions, amb l'anellament científic es pot obtenir l'Índex d'Albirament Nocturn (IAN) (exemplars vistos per hora de cerca). Gràcies a això, es poden traçar rutes de l'emigració i extreure informació sobre l'esperança de vida de les becades anellades.

Les recuperacions de becades anellades ens han permès deduir que un elevat percentatge de les becades que entren a Catalunya han seguit la vall del Roine i ellevant francès com a corredor migratori.

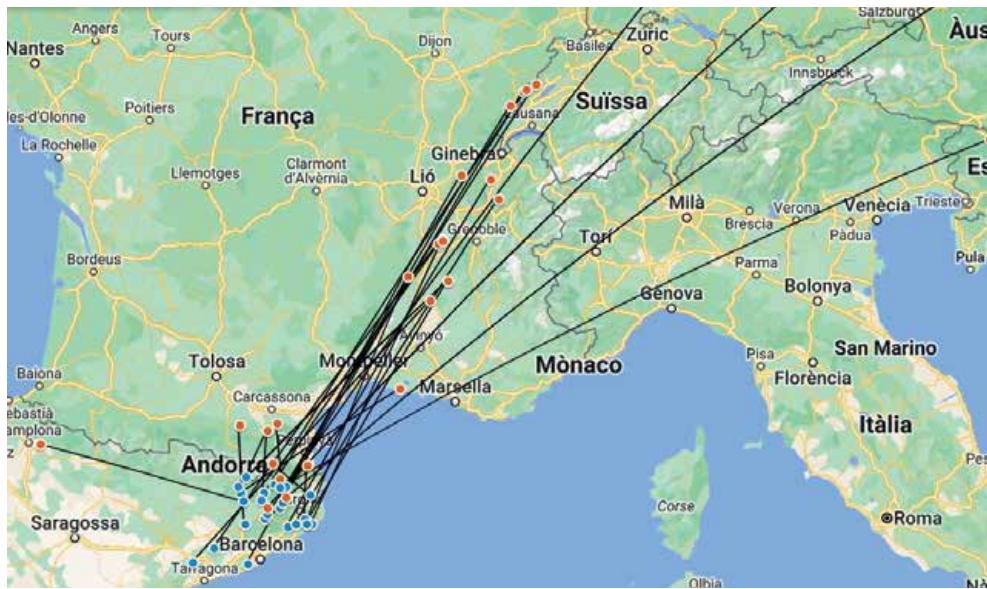


Figura 4. Recuperacions de becades anellades en acció de caça (2016-2024). En vermell, lloc d'anellament; en blau, lloc de captura. Font: CCB i ICO.

Scolopax sin fronteras

El seguiment de becades amb dispositius de localització per satèl·lit ha constituït un abans i un després en el coneixement de les rutes i del hàbits migratoris de la becada. El Club de Caçadors de Becada va engegar, l'any 2007, un programa pioner, *l'Scolopax sin fronteras*. Des d'aleshores, més de cinquanta becades han estat equipades.

El dispositiu, d'uns 10 grams de pes, se subjecta a l'esquena de la becada amb un arnès i disposa d'una petita placa solar per esdevenir energèticament autònoma. Amb aquest sistema s'han pogut seguir les rutes de la migració, la durada i lloc d'estiu i d'hivernada, però també els punts i la durada de les aturades per reprendre forces (*stop over*) durant l'emigració o la velocitat del vol.

D'aquesta manera s'ha confirmat el concepte de filopàtria en relació a la becada que ja sospitàvem: la tendència a repetir d'un any per altre les mateixes zones d'estada. La becada, si les condicions són favorables, opta per repetir les zones d'hivernada i de cria, així com les rutes per arribar-hi. Els dispositius de seguiment per satèl·lit ens indiquen que l'emigració prenupcial no s'inicia fins entrat el mes de març i els últims exemplars en moure's han esperat fins la 3a desena d'abril. Els moviments de tornada més precoços es donen a mitjans d'octubre i els més tardans a mitjans de novembre.

Projecte Roding

El Projecte *Roding* estudia la presència de becades sedentàries mitjançant estacions d'escolta de mascles en vol i cant nupcial. Les escoltes es fan d'abril a juliol en horari crepuscular en uns punts seleccionats prèviament. D'aquesta manera s'han identificat 9 províncies espanyoles amb presència de becada nidificant i en sis d'aquestes s'hi han localitzat postes.

La Casa de la Becada

El 2020 el CCB va adquirir els drets cinegètics d'una àrea de caça de 2.000 hectàrees a Garralda (Navarra) per dedicar-los a l'estudi de la becada. Es tracta d'un laboratori a l'aire lliure per fer seguiment de la població de becada mitjançant censos amb gos de mostra i anellament científic.

Projecte de seguiment de la població de becada a la RNC del Cadí

El 2023 s'ha iniciat un projecte que vol fer el seguiment de la població de becada a la RNC del Cadí, concretament al municipi de Cava-Ansovell, per un període de quatre anys. Aquest seguiment segueix tres línies d'actuació: censos amb gos de mostra, anellament científic i estacions d'escolta.

Influència de la gestió forestal en l'hàbitat de la becada

L'hàbitat de les becades està condicionat pels seus costums i alimentació. A la hivernada aquesta espècie té una activitat preferentment nocturna i durant la nit està en zones obertes on s'alimenta. En canvi, durant el dia es manté refugiada a l'interior del bosc. Així doncs, podríem diferenciar dos tipus d'hàbitats en el que es desenvolupa l'espècie; els hàbitats diürns (zones boscoses, més tancades amb abundància de sotabosc) i els hàbitats nocturns (prats de pastura, conreus, i sempre amb sols humits i rics en matèria orgànica) (*Figura 5*).

A Catalunya a l'hivern la becada utilitza preferentment els alzinars, les suredes, les pinedes de pi roig mixtes amb caducifolis i els ambients de ribera, mentre que de manera secundària selecciona les pinedes mediterrànies, el mosaic de bosc i matollar mediterrani i els boscos caducifolis (*Figura 6*).

Durant el període reproductor ocupa boscos humits de mitjana i alta muntanya, alimentant-se d'invertebrats i larves de diferents insectes.

En general, la humitat del sòl seria el paràmetre clau per a la becada a l'hora d'escol·lir un determinat hàbitat, ja que condiciona la quantitat d'aliment i l'accessibilitat d'aquest, sobretot pel que fa als cucs de terra.

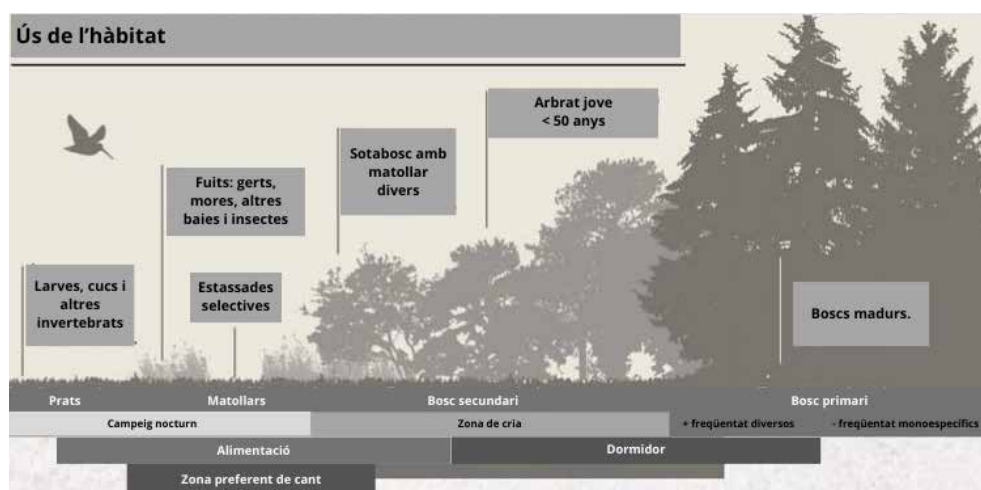


Figura 5. Usos dels hàbitats de la becada. Font (Revista Trofeo).

La presència de prats de pastura extensiva de vacum són un reclam per a l'espècie ja que són utilitzats per alimentar-se gràcies a la gran presència de cucs de terra i altres insectes en el subsòl. Alguns estudis mostren la diferència de densitat de cucs de terra entre un prat de pastura permanent (de 1.000 a 1.500 Kg/ha) i els prats cultivats o cultius (al voltant de 200 kg/ha).

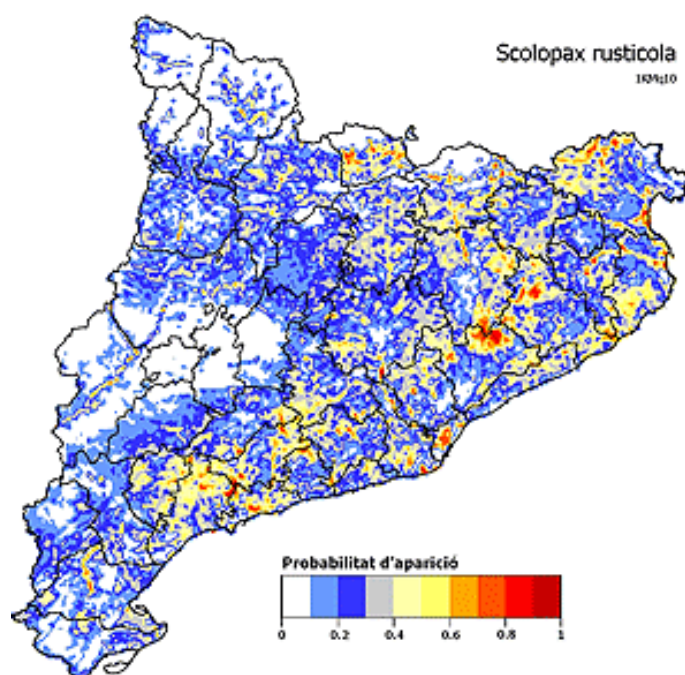


Figura 6. Probabilitat d'aparició de la becada a Catalunya. Font: ICO

Les actuacions silvícoles són contraproduents?

Sabem que les activitats silvícoles tenen un efecte directe sobre l'hàbitat de la becada. Les pràctiques silvícoles que suposen una forta modificació de l'hàbitat: tallades arreu, i aclarides en superfícies contínues i grans, on s'extreuen més d'un 30% de fracció cabuda coberta (FCC), que és quan es modifica l'ecosistema de forma més notòria, aquestes actuacions sí que solen influir en els costums de les becades durant uns quants anys, en veure's modificat el seu hàbitat. Però en canvi, actuacions puntuals en superfícies relativament petites (inferior a unes

10 hectàrees) són totalment compatibles i poden ser inclús beneficioses sobretot a llarg termini.

Així doncs, una gestió forestal basada en aclarides selectives per bosquets o rodals és la més idònia per compatibilitzar els dos usos. Recordar que les aclarides selectives es basen en una gestió individualitzada dels arbres de futur i les tallades es focalitzen en la disminució de competència directa d'aquests peus.

Un altre aspecte a remarcar és el tractament de les restes de tallada, doncs les restes de branques i capçades sí que representen un element excoent per a la becada, sobretot si posteriorment hi proliferen esbarzers, pel fet de dificultar els desplaçaments pel sotabosc. Les actuacions on es dugui terme l'aprofitament d'arbre sencer serien en aquest cas les més indicades, a fi d'evitar l'acumulació de la brancada en el sòl. Tot i això, sovint aquest tipus d'aprofitament no es viable, doncs una bona alternativa seria la trituració de restes pot solucionar aquesta situació i, a més a més, facilitar-ne la descomposició i enriquir el sòl forestal.

Quines actuacions silvícoles són beneficioses?

El seu caràcter migrador i el baix impacte econòmic de la becada en el nostre país ha fet que pràcticament no s'hagin dut a terme estudis i actuacions silvícoles encarades a la millora dels hàbitats de la becada, un fet que fa que es tingui poca experiència en aquest aspecte.

Hi ha algunes actuacions que es poden planificar de cara a millorar els hàbitats per aquesta espècie als boscos catalans. En aquest sentit els gestors de les finques que vulguin millorar o com a mínim mantenir la capacitat d'acollida de les forests per a les becades haurien de promoure els dos tipus d'hàbitats preferents esmentats anteriorment.

Pel que fa a l'**hàbitat nocturn** s'hauria d'incidir en la recuperació i/o manteniment de prats de pastura per a la ramaderia extensiva. Tasques com l'**obertura de zones de pastura i l'adevesament** de la forest, prioritàriament en zones on hi hagi sols fèrtils i humits que puguin allotjar invertebrats, així com **evitar l'aparició excessiva de matollar** en aquestes zones obertes mitjançant l'**estassada o amb el manteniment de l'activitat ramadera extensiva**, són actuacions que afavoreixen l'aparició i el manteniment d'aquests hàbitats oberts i fèrtils, que tant atreu a les becades.

Pel que fa a l'**hàbitat diürn**, com hem dit, entrariem més directament en la gestió de la massa arbrada. En general, la becada prefereix zones forestals intercalades amb zones obertes (prats) abans que les zones forestals més extenses i més tancades. Els hàbitats forestals preferits per l'espècie presenten un cert grau d'humitat, arbres amb heterogeneïtat d'espècies (per exemple els boscos mixtos de pins i caducifolis) i edats i, per últim, és clau la presència d'un bon estrat de sotabosc. En aquest sentit l'estrat arbustiu (boixos, brucs, falgueres, esbarzers, arços...) són de vital importància per retenir la humitat i regular la temperatura del sòl, mantenir la presència de preses potencials i a la vegada servir d'amagatall i protecció contra els depredadors.

La qualitat de l'humus (matèria orgànica en descomposició com fulles o branques que trobem a la capa superficial del sòl dels boscos) és un bon indicador de la qualitat d'un hàbitat forestal per a la becada. La riquesa en microfauna excavadora (larves i cucs de terra), així com fongs bacteris, etc. Que transformen de manera ràpida la matèria orgànica, serveix per deixar un humus esponjós i de qualitat per a la becada. La qualitat d'aquest humus va lligada a un subsòl poc àcid.

Essent conscients de tot això, i que les grans modificacions i actuacions en el medi forestal no solen agradar a les becades, la gestió silvícola més indicada són



les actuacions puntuals i per bosquets, que mantinguin la multiespecificitat de les masses, el manteniment de matollars i de la humitat en el sòl. Així doncs estem parlant d'actuacions com:

- **Actuacions per bosquets:** ja sigui **aclarides successives per bosquets en masses regulars o bé tallades selectives per bosquets en masses irregulars**. Aquestes actuacions per bosquets poden ser una bona alternativa de gestió, doncs en possibiliten el fet de fer actuacions més localitzades en les forests, donant lloc a modificacions en llocs puntuals i deixant altres zones amb l'hàbitat sense modificar, on les becades podran mantenir el seu hàbitat, i amb el pas dels diferents torns de tallada se li crearan nous hàbitats en les zones ja gestionades prèviament. Alhora, en les zones on s'hi duguin a terme les actuacions, es crearan espais oberts al mig del bosc durant uns anys, abans que l'estrat arbori torni a tenir un port important. La creació de petites clarianes dins del bosc pot proporcionar zones obertes on la becada pugui alimentar-se de forma més eficaç, ja que hi haurà una major disponibilitat d'invertebrats.
- **Mutiespecificitat:** les actuacions han d'anar encarades a la consecució i manteniment de masses mixtes, i a poder ser, amb la presència d'una gran quantitat de planifolis. Planificar les masses per mantenir-les mixtes i evitar la monoespecificitat fa que el sòl tingui una matèria orgànica de més qualitat. Tenir un bon nombre de planifolis fa augmentar dràsticament la quantitat d'aquesta matèria orgànica, fet que permet obtenir un sòl més ric i molt més esponjós. Al mateix temps, que hi hagi també espècies que mantinguin les fulles, ofereix un cobertura tèrmica i de protecció que afavoreix la presència de les becades.
- **Fusta morta:** la presència de fusta morta és un bon atractiu d'insectes i invertebrats que serveixen d'aliment per a les becades. Per tant, el fet de deixar fusta morta en la forest serà també un altra bona pràctica silvícola que afavoreixi a aquesta espècie.
- **Estassades selectives i gestió de l'estrat herbaci:** cal mantenir i promoure una cobertura herbàcia i arbustiva diversa amb una vegetació baixa i densa, ja que això proporciona aliment per a la becada en forma d'invertebrats i altres organismes del sòl, i alhora li serveix de protecció durant el període que roman amagada descansant a l'interior de bosc.
- **Maneig dels marges dels boscos:** és clau mantenir marges forestals ben definits amb vegetació adequada per a la becada, com arbrat, arbustos i herbes, que ofereixen zones de transició entre els boscos i altres hàbitats.
- **En els boscos de ribera i zones molt humides,** que constitueixen hàbitats molt propicis per la becada, on hi ha espècies forestals de ribera, caldria actuar de forma molt selectiva i puntual, tot evitant les grans tallades i estassades, i caldria conservar i promocionar aquests hàbitats de mosaics en les finques.
- **En les zones sureres,** on s'hi realitzen estassades per a fer la lleva del suro, caldria mirar de respectar i fer una selecció positiva dels peus de bruc i arboç, ja que absorbeixen molta humitat ambiental i això és molt beneficiós pel sòl. Seria negatiu per a la becada si es realitzessin les estassades totals convencionals.

En resum, els boscos preferits per a la becada han estat descrits de manera força genèrica per diversos autors com aquells amb dominància d'espècies caducifòlies, però amb una notable heterogeneïtat d'edats, estrats i espècies arbustives i herbàcies. Els boscos molt homogenis, bé per envelliment bé per procedir de plantacions, amb el sòl nu i dosser de capçades continu i tancat, són molt menys interessants per a la becada. Boscos molt joves, amb escàs desenvolupament de coberta en altura, tampoc són utilitzats més que com a refugi.

Qualsevol aspecte que modifiqui l'hàbitat d'acollida de manera substancial pot contribuir a augmentar o disminuir les densitats poblacionals en la hivernada. Pensem en una zona forestal que s'hagi cremat o que hagi estat objecte d'un aprofitament forestal intens i recent, disminuint dràsticament la fracció de cabuda coberta i deixant moltes de les restes de les actuacions en el sòl, per exemple. No obstant, les manifestacions meteorològiques puntuals (especialment les que s'esdevenen en l'època migratòria) són les que més directament incideixen i modifiquen les variables demogràfiques i poblacionals a Catalunya, on la becada és gairebé sempre una espècie migratòria. Cal tenir en compte que bona part dels estudis amb becades conclouen que el factor clau de l'hàbitat és l'abundància d'invertebrats, sobretot de cucs de terra. Així doncs, la gestió de l'hàbitat hauria d'enfocar-se a garantir aquest aspecte.

Per acabar, com a aspecte positiu referent a la conservació de la becada, hem de tenir present que la capacitat migratòria de l'espècie, precisament, li serveix per desplaçar-se d'uns territoris a uns altres en funció de les seves necessitats. Per tant, canviar de territoris en cas de perturbacions, ja siguin per pèrdua o destrucció dels hàbitats o bé sigui per situacions meteorològiques extremes (per exemple les onades de fred), garanteix una millor supervivència de les seves poblacions.

Conclusions

La fauna dels ambients forestals de les nostres contrades és un dels recursos naturals que estem obligats a conservar, però per fer-ho cal dur a terme una adequada gestió de tot l'ecosistema, on unes de les principals actuacions que hi afecten directament són la caça i la gestió silvícola.

Catalunya és un territori relativament petit i amb uns recursos limitats, en relació a la seva densitat de població concentrada en grans aglomeracions urbanes i amb una visió sovint allunyada de la realitat rural. L'activitat cinegètica, com tot aprofitament dels recursos naturals, té una dependència molt directa de les característiques i l'evolució del territori i, per tant, és molt depenent també de les tècniques silvícoles aplicades.

Gestionar és protegir i, tant els caçadors, com els silvicultors i la societat ho han de tenir present. L'època de la caça com activitat depredadora i s'ha acabat.

Els caçadors s'han convertit en gestors de fauna i els silvicultors en gestors del bosc, i tots dos, alhora, en protectors del medi natural.

És necessari que tant uns com altres s'adaptin a la nova realitat, conscients que per la caça fa falta un hàbitat adequat, que sovint el gestiona una altra persona, i tots plegats han d'assumir també les funcions de millora de l'ecosistema.

A través de la gestió cinegètica ja s'incorporen algunes accions de restauració per la fauna, però cal també tenir en compte molts altres aspectes del medi. És imprescindible incorporar en les actuacions forestals directrius que potenciïn l'hàbitat desitjat si volem mantenir uns ecosistemes rics i millorar l'escenari per la gestió cinegètica.

Gràcies aquesta jornada, on s'ha pogut combinar l'expertesa del coneixement biològic i ecològic de la becada juntament amb una àmplia experiència en la gestió forestal, es publica el present article que s'atreveix a fer un pas endavant i proposa diferents actuacions per potenciar l'hàbitat de la becada. Aquest article té una gran rellevància ja que la bibliografia i recursos que aportin directrius per la gestió forestal per fomentar hàbitats d'espècies d'interès cinegètic és molt escassa.

Alhora, posa en relleu la necessitat d'un seguiment més dirigit per analitzar les interaccions reals entre els tractaments silvícoles amb la millora d'habitat i conseqüentment la millora de la població de l'espècie.

Una jornada on es busca debatre i poder arribar a un consens de quines són les principals directrius que es recomanen aplicar en la gestió silvícola de cara a fomentar l'habitat de la becada.

Bibliografia:

- Arizaga, J. (2013) Review on the scientific knowledge on the woodcock *Scolopax rusticola* L. in Spain. Munibe (Ciencias Naturales-Natur Zientziak). N° 61 (2013). pp. 129-145. ISSN 0214-7688
- Barone, R., Lorenzo, J. A. (2007). Chocha perdiz. *Scolopax rusticola*. Pp. 238-241. En: Lorenzo, J. A. (Ed.). *Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003)*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Braña, F., González-Quirós, P., & González, F. (2013). Spatial distribution and scale-dependent habitat selection by Eurasian Woodcocks *Scolopax rusticola* at the south-western limit of its continental breeding range in northern Spain. *Acta Ornithologica*.
- Braña, F., Prieto, L., González-Quirós, P. (2010). Habitat change and timing of dusk flight in the Eurasian woodcock: a trade-off between feeding and predator avoidance? *Annales Zoologici Fennici*.
- Club de Caçadors de Becada. Proyecto Becada. Informes de les temporades de caça 2006-2007 a 2023-2024. Informes inèdits.
- Duriez, O., Ferrand, Y., Binet, F., Corda, E., Gossmann, F., Fritz, H. (2005). Habitat selection of the Eurasian woodcock in winter in relation to earthworms availability. *Biological Conservation*.
- Fadat, C. (1995) La Becasse des bois en Hiver. 325p.
- Ferrand, Y. & Gossmann, F. (2009). La bécasse des Bois. Histoire naturelle. Effet de Lisière (Ed.). Saint-Lucien.
- Guixé, D. Becada *Scolopax rusticola*. In Franch, M., Herrando, S., Anton, M., Villero, D. & Brotons, L. 2021. *Atles dels ocells nidificants de Catalunya: Distribució i abundància 2015-2018 i canvi desde 1980*. Institut Català d'Ornitologia / Cossetània Edicions. Barcelona.
- Guzmán, J. L., Arroyo, B. (2013). Factores que modulan la abundància invernal de la becada (*Scolopax rusticola*): Implicaciones para su gestión y conservación. IREC-CSIC-UCLM-JCCM.
- Guzmán, J. L., Ferrand, Y., Arroyo, B. (2011). Origin and migration of woodcock *Scolopax rusticola* wintering in Spain. *European Journal of Wildlife Research*.
- Hidalgo de Trucios, S. J., Rocha Camarero, G. (2001). Distribución y fenología de la becada *Scolopax rusticola* (Linnaeus, 1758) (Charadriiformes, Scolopacidae) durante la invernada en Extremadura. *Zoologica Baetica*.
- Hoodless, A. N., Hirons, G. J. M. (2007). Habitat selection and foraging behaviour of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola*: a comparison between contrasting landscapes. *Ibis*.
- López J. M., Dalmau A., Clota P., (2011). *Atles dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009*. (p. 274-275).
- Lucio, A. J., Sáenz de Buruaga, M. (2000). *La Becada en España*. Federación Española de Caza. 174 p.
- Onrubia, A. (2012). Chocha perdiz. *Scolopax rusticola*. Pp. 260-261. En: Del Moral, J. C., Molina, B., Bermejo, A., Palomino, D. (Eds.). *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-Seo/Birdlife. Madrid.
- S. Cramp and K. E. L. Simmons, (1983) "Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol III. Waders to Gulls," Oxford University Press, Oxford.



JORNADA



Els crèdits climàtics i la gestió forestal: el PROMACC de La Vall de Bianya

Berta Alcalde Ferrer. Tècnica Superior en Gestió Forestal i del Medi Natural. Consorci Forestal de Catalunya.

Josep M. Tusell i Armengol. Enginyer de Forests. Consorci Forestal de Catalunya.

Noemí Palero Moreno. Enginyera de Forests. Centre de la Propietat Forestal.

Teresa Cervera Zaragoza. Dra. Enginyera de Forests. Centre de la Propietat Forestal.

Cita bibliogràfica: Alcalde, B.; Tusell, J. M.; Palero, N.; Cervera, T. 2024. Els crèdits climàtics i la gestió forestal: el PROMACC de La Vall de Bianya. A: Tusell, J. M., Alcalde, B., Busquets, E. (eds). 41 Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 106-121.

RESUM

Davant l'augment de la biomassa als boscos i els efectes del canvi climàtic es proposa una solució basada en la natura per obtenir paisatges més resilients: la gestió forestal multifuncional. Per promoure aquesta gestió, s'ha posat en funcionament un Sistema de Crèdits Climàtics a Catalunya, amb la corresponsabilitat d'empreses i institucions en l'aplicació d'aquesta gestió, basada en la participació local i la generació de crèdits climàtics. Aquests crèdits impacten positivament en tres serveis ecosistèmics: el carboni, l'aigua i la biodiversitat, mitjançant la implementació de Projectes forestals de mitigació i adaptació al canvi climàtic (PROMACC).

A La Vall de Bianya s'està desenvolupant un d'aquests PROMACC per augmentar la capacitat d'emmagatzemar i fixar carboni dels boscos i els seus productes, passant d'una gestió per l'obtenció de llenya d'alzina, faig i roure a una que permeti obtenir fusta de major valor en el mercat, integrant criteris de conservació i millora de la biodiversitat.

Introducció

Els boscos són ecosistemes complexos que generen una gran diversitat de serveis i funcions entre els quals destaquen l'acolliment de biodiversitat, la preservació de la qualitat del sòl i l'aigua i la millora de la qualitat de l'aire a partir de la fixació del carboni.

Davant el context actual d'abandonament d'usos del bosc i abundància de masses forestals joves i coetànies, la gestió forestal sostenible esdevé clau per a incrementar la resiliència dels boscos davant el canvi climàtic. A Catalunya, en els darrers 25 anys, la biomassa forestal ha augmentat més d'un 70 % i la densitat dels boscos en gairebé un 25 % (Forestime, 2020). Paradoxalment, la situació no és tan bona com sembla. Aquest augment de biomassa i superfície forestal, lligat a la present situació de canvi climàtic, pot ocasionar conseqüències negatives.

Degut a l'expansió de superfície forestal i la densificació d'aquestes masses, els boscos de Catalunya presenten una disminució significativa en el ritme de segrest de carboni, una alteració en l'aprovisionament d'aigua i una reducció de la biodiversitat lligada a espais oberts. L'augment del risc de patir Grans Incendis Forestals (GIF) també amenaça els estocs de carboni acumulats a les forests durant dècades. Així doncs, es pot concloure que aquest estancament posa en risc la capacitat dels boscos en la mitigació del canvi climàtic.





Per fer front a tot aquest escenari, es proposa una gestió forestal multifuncional i “climàticament intel·ligent”, la qual té en compte els serveis ecosistèmics que ofereix el bosc (Mauser, 2021). Aquest tipus de gestió va més enllà de l'obtenció de productes fusters ja que integra objectius de millora de la regulació climàtica, promovent una major fixació de carboni i reduint les emissions en la prevenció de grans incendis forestals, d'augment de l'eficiència en l'ús de l'aigua i major disponibilitat hídrica, i de conservació i millora de la biodiversitat. A més a més, permet centrar-se a escala de paisatge i adaptar-se a les característiques locals del territori on s'actua per tal d'identificar les opcions de gestió més adients. En definitiva, la gestió forestal multifuncional és una gestió que integra i potencia els serveis ecosistèmics dels boscos i contribueix a garantir el paper dels boscos en la mitigació del canvi climàtic, sent clau per a l'adaptació dels nostres paisatges al nou clima.

Per tal de promoure la gestió multifuncional dels boscos mediterranis, el projecte Life Climark ha treballat durant els últims anys en el desenvolupament d'un mercat de crèdits climàtics (Life Climark, 2022). En base als resultats d'aquest projecte, el desembre de 2023 es va crear el Sistema de Crèdits Climàtics de Catalunya (Acord GOV/270/2023), el qual suposa un mecanisme de finançament per al foment d'aquesta solució basada en la natura per a l'adaptació dels boscos als canvis ambientals.

Aquest sistema es basa en els crèdits climàtics, una nova unitat d'intercanvi pensada per facilitar inversions en solucions basades en la natura a Catalunya (Cervera *et al.*, 2022a). Per a les empreses i entitats interessades en adquirir crèdits climàtics, el sistema els permet compensar els impactes que genera la seva activitat dins el territori, aportar a la mitigació i l'adaptació al canvi climàtic mantenint un paisatge i un territori viu i invertir en Responsabilitat Social Corporativa (RSC) de confiança que ofereix transparència i visibilitat.

La garantia del sistema es basa en els criteris de qualitat establerts per la Unió Europea (UE). Aquest criteri són de necessari compliment per garantir que un sistema de certificació d'emissions de carboni dins la UE es pugui considerar suficientment robust. Per tant, en el marc de certificació de la UE només es pot utilitzar per certificar emissions de carboni els sistemes que compleixin els següents criteris de qualitat (Q.U.A.L.I.T.Y) (European Union, 2022):

- **Quantificació:** les activitats de fixació de carboni s'han de mesurar amb precisió i els beneficis pel clima han de ser inequívocs.
- **Adicionalitat:** els projectes de gestió forestal multifuncional han d'anar més enllà de la necessitat de complir amb la normativa vigent. La metodologia d'avaluació només considera la part addicional a la normativa en relació a l'absorció neta de carboni, la provisió d'aigua i la millora de capacitat d'acollida de biodiversitat dels boscos. Només d'aquesta manera, seran viables per l'efecte incentivador de la certificació.
- **Emmagatzematge a llarg termini:** s'ha de certificar la durada de l'estoc de carboni i s'ha de diferenciar clarament el carboni retingut de forma permanent del temporal.
- **Sostenibilitat:** les activitats de fixació de carboni també han d'incidir en els objectius de mitigació i adaptació al canvi climàtic, biodiversitat, economia circular, aigua i recursos marins.

Els sistemes de certificació de carboni també han d'estar verificats per una tercera entitat i ser transparents per evitar registres dobles o els possibles fraus.

Funcionament del sistema

Bàsicament el sistema consisteix en el fet que una empresa o entitat compra un nombre determinat de Crèdits Climàtics amb els quals sufraga una part o la totalitat d'un Projecte Forestal de Mitigació i Adaptació al Canvi Climàtic (PROMACC). Per a qui gestiona el bosc representa una opció de diversificació d'ingressos per a la gestió, derivats de posar en valor els beneficis que aquesta gestió del bosc aporta a la societat. Per a les empreses i entitats compradores, el segell Crèdit Climàtic representa una manera segura i rigorosa de vehicular les seves aportacions, que alhora els ofereix visibilitat i transparència (Figura 1; <https://lifeclimark.eu>).

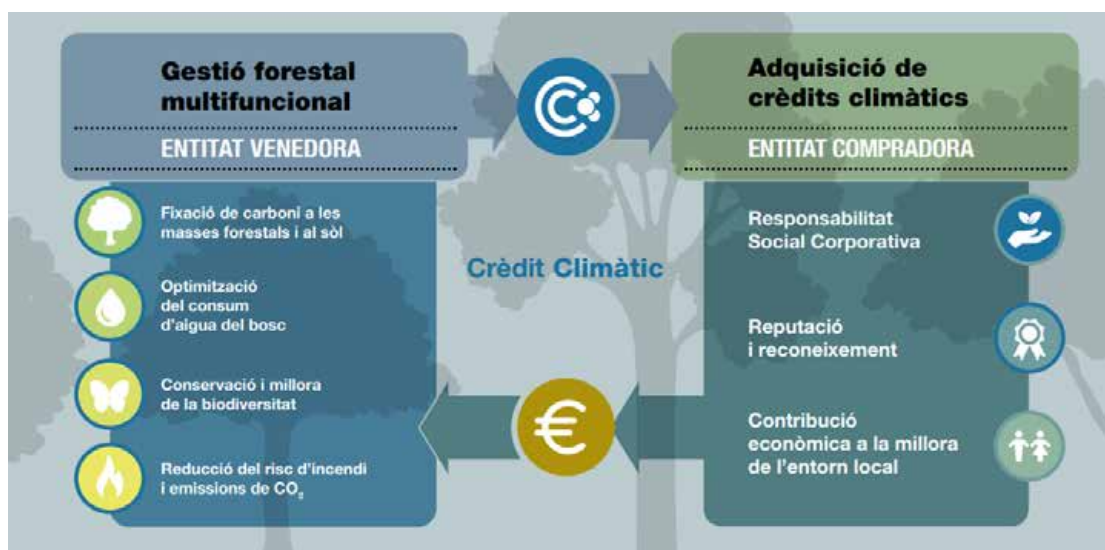


Figura 1. Esquema del Sistema de Crèdits Climàtics de Catalunya (projecte Life Climark).

Els **Crèdits Climàtics**, tal com s'ha dit anteriorment, són una nova unitat d'intercanvi ideada per facilitar el finançament de la gestió forestal multifuncional a Catalunya, a través de compensacions voluntàries. Es calculen a partir de l'avaluació de l'impacte que determinades pràctiques forestals tenen sobre 3 factors clau en la mitigació i adaptació al canvi climàtic: la fixació de carboni, l'aigua exportada i la biodiversitat. Cada crèdit climàtic equival a 1 ha resilient (de bosc gestionat).

Els **Projectes Forestals de Mitigació i Adaptació al Canvi Climàtic** (PROMACCs) són projectes operatius impulsats preferentment per l'agrupació de propietaris de boscos, públics o privats, que preveuen les mesures per aconseguir un paisatge resilient, incorporen un càlcul de l'impacte sobre els tres serveis ecosistèmics (carboni, aigua i biodiversitat) i generen Crèdits Climàtics. Han de tenir una superfície global de com a mínim 50 ha i s'estableix un període d'implantació de 3 anys. En funció de les actuacions forestals programades en un PROMACC i del seu pressupost d'execució, variarà tant la quantitat de carboni fixat, com l'aigua exportada i la biodiversitat conservada/millorada, així com el cost de cada Crèdit Climàtic.

Els actors que participen en el Sistema de Crèdits Climàtics, segons l'Acord de Govern, són els següents:

- Primer de tot, hi ha d'haver una **entitat promotora** (ha de disposar d'un NIF i una adreça a efectes fiscals), la qual coordina i centralitza les tasques a dur a terme. Les seves funcions es basen en impulsar, coordinar i redactar el PROMACC de manera consensuada amb la propietat; coordinar els acords de col·laboració i autoritzacions necessàries; buscar finançament; gestionar la contractació i els pagaments de les feines a executar; cercar persones o empreses compradores dels crèdits; i participar en la divulgació dels resultats obtinguts.



- El paper de la **propietat forestal** (pública o privada) és clau per a poder realitzar aquests projectes. Aquests han d'acordar la seva participació, posar a disposició els terrenys on s'implementarà el PROMACC, autoritzar els models de gestió proposats, facilitar els tràmits corresponents i comprometre's a mantenir l'estructura forestal de la zona d'actuació segons l'acord de temporalitat.
- L'**entitat compradora** (persona física o jurídica) dels Crèdits Climàtics és l'actor necessari per a garantir els fluxos econòmics d'implementar totes les actuacions previstes.
- **Administració pública:** el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (DACC), a través de la DGQACC i el Centre de la Propietat Forestal (CPF) tenen un rang ampli de funcions dins del sistema relacionades amb establiment de metodologies, suport als promotors, certificacions forestals prèvies i auditories.
- L'**organisme de certificació**, part independent al sistema, cal que estigui acreditat i és responsable de portar a terme les auditories de certificació dels Crèdits Climàtics.

L'aplicació del sistema en un cas concret, com és el cas del PROMACC Sant Miquel del Mont - Vall de Bianya, facilita la comprensió del seu funcionament. Això sí, cal tenir present que aquest PROMACC es va iniciar en el marc de les proves pilot del projecte LIFE CLIMARK, és a dir, es va redactar abans de la publicació de l'Acord de Govern que estableix el Sistema i, per tant, presenta algunes particularitats envers al text aprovat.

PROMACC Sant Miquel del Mont - La Vall de Bianya

El PROMACC de Sant Miquel del Mont (Vall de Bianya), ha estat promogut per la Cooperativa Forestal de Catalunya, juntament amb el Consorci Forestal de Catalunya. El Centre de la Propietat Forestal col·labora en el procés d'implementació. L'entitat finançadora del projecte ha estat la càrnica Olot Meats S.A., una empresa arrelada al territori on s'executa el PROMACC.

Entorn

La definició de l'àmbit d'actuació d'un PROMACC és clau per poder establir una gestió forestal conjunta d'un paisatge coherent. En aquest cas, l'àmbit correspon a la muntanya de Sant Miquel del Mont, situada al sud del municipi de la Vall de Bianya (al nord-oest de la comarca de la Garrotxa) i ocupa 1.395 ha.

Aquesta localitat es troba a l'àrea geogràfica on es connecten les serres transversals catalanes i el Pirineu. Presenta una orografia amb gran presència de plecs, els quals formen les diverses valls on l'altitud varia entre uns 370 m a les parts més baixes i uns 1.200 m als cims de les zones més altes.

Es caracteritza per un clima mediterrani de muntanya, on les temperatures són fredes a l'hivern i suaus a l'estiu. Plou força tot l'any, sobretot a la primavera, i presenta una mitjana anual que supera els 1.000 mm. A l'hivern són habituals les glaçades i, fins i tot en alguns punts, pot arribar a nevar.



Fotografia 1. Imatge general del paisatge de la Vall de Bianya des de la finca de l'Espunya.

El paisatge varia segons l'alçada i l'orientació. A la plana s'hi troben conreus sobretot de secà i boscos de ribera. El curs fluvial més important és la riera de Bianya, que neix prop de Sant Martí del Clot i desemboca al riu Fluvià.

A les parts més solanes de la muntanya mitjana hi predomina l'alzinar, on es combina amb el pi roig (*Pinus sylvestris*). A les zones obagues hi són presents les rouredes de roure pèrol (*Quercus robur*) i de roure martinenc (*Quercus humilis*) juntament amb altres planifolis com cirerers, freixes o til·lers. També apareixen fagedes pures a les parts més altes i ombrívols. Cal destacar les àrees de pastura que es troben tant a la plana com a la muntanya mitjana, ja que la ramaderia bovina té molt de pes en aquesta vall.

L'activitat econòmica més important del municipi és la indústria alimentària (lligada amb la ramaderia), la indústria de la fusta i la indústria tèxtil. El sector serveis és molt remarcable ja que hi ha nombrosos establiments d'allotjament rural, restaurants i empreses d'activitats lligades al turisme.

Pel que fa a figures de protecció, la serra de Sant Miquel del Mont delimita amb el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, però no hi forma part. Un altre element de protecció a tenir en compte és l'Hàbitat d'Interès Comunitari (HIC) de "Rouredes de roure pèrol i boscos mixtos del *Carpinion betuli*", el qual representa un 12 % de la superfície de l'àmbit d'aquest PROMACC.

Reptes i objectius

S'ha seleccionat aquest entorn per la seva tradicional activitat agrària i ramadera que, en les darreres dècades es troba en retrocés davant d'altres activitats com la turística (sector serveis). Es tracta d'una zona amb un bon potencial per a producció de fusta de qualitat que, en moltes finques, es pot compatibilitzar amb l'activitat ramadera i agrícola. Per tant, aquest PROMACC pretén col·laborar en la dinamització del sector agrari local promovent actuacions forestals coherents en el context local, seguint la dinàmica del paisatge i que impactin positivament tant en la mitigació com en l'adaptació al canvi climàtic.

A partir de l'anàlisi del paisatge s'han definit els principals reptes que enfronta l'àmbit d'estudi i s'han proposat actuacions silvícoles destinades a pal·liar-los. La *Taula 1* resumeix quins són aquests reptes i quins objectius s'han fixat en la gestió forestal per poder millorar la situació.

Taula 1. Principals reptes detectats en l'àmbit del PROMACC Vall de Bianya i objectius de gestió proposat per afrontar-los.

Reptes	Objectius
La gestió forestal actual es basa principalment en l'obtenció de llenya, un producte de vida curt que no permet optimitzar la taxa d'emmagatzematge de carboni.	Maximitzar el temps d'emmagatzematge tant en el bosc com en els productes fustaners fruit de l'aprofitament; és a dir, obtenir productes amb un cicle de vida més llarg.
Masses forestals estancades i saturades que presenten una disminució significativa en el ritme de segrest de carboni.	Millorar l'estructura i la vitalitat de la massa forestal per tal d'afavorir el creixement dels arbres i incrementar la capacitat de fixació de carboni. Recuperar la capacitat productiva del bosc, adaptant-lo al nou context climàtic.
La presència de boscos joves i l'elevada densitat de biomassa comporta la pèrdua de biodiversitat associada a espais oberts i a boscos més madurs.	Fomentar i garantir la conservació i/o la millora de la capacitat dels boscos per acollir biodiversitat.
Estructures fràgils davant pertorbacions causades pel canvi climàtic.	Augmentar la capacitat de resiliència del bosc davant noves pertorbacions, millorant la composició i l'estructura.
Augment del risc de patir grans incendis forestals degut a l'augment dels episodis de sequera. Continuïtat vertical entre l'estrat arbustiu i l'arbori.	Gestió per crear estructures poc vulnerables als grans incendis forestals. Afavorir la discontinuïtat vertical per reduir el risc del foc de capçades.
Pèrdua de l'activitat agrària i de l'interès en la gestió forestal.	Incentivar l'activitat agrària com a mesura de mitigació del canvi climàtic.

Tenint en compte les característiques d'aquest àmbit, per al conjunt del PROMACC el servei ecosistèmic prioritari serà la fixació de carboni (sempre integrant l'exportació d'aigua i la biodiversitat). Per tant, l'objectiu principal d'aquest PROMACC és l'augment de la capacitat dels boscos d'emmagatzemar i fixar carboni per tal de mitigar i fer front al canvi climàtic.

Rodals d'actuació: selecció

Per tal d'assolir els objectius fixats, s'han seleccionat un grup de rodals que representen els reptes identificats. Els criteris per la selecció dels rodals han estat bàsicament que fossin masses forestals on potenciar el producte de més qualitat, finques que integressin la gestió forestal amb una activitat agrícola i/o silvopastoral activa, i que tinguessin, vigent o no, un Instrument d'Ordenació Forestal com a indicador d'activitat forestal prèvia.

Primerament, durant diferents dies, els tècnics de la Cooperativa Forestal de Catalunya i del Centre de la Propietat Forestal van realitzar visites a les finques de la zona per fer-ne una valoració general i tenir el contacte dels propietaris en cas de ser seleccionades.

Després d'aquest primer anàlisi, es va acordar una pre-selecció dels rodals d'actuació, basada en els criteris tècnics anteriorment explicats. Per tal d'informar als propietaris afectats, es va dur a terme una reunió a l'ajuntament de la Vall de Bianya per exposar el funcionament i els beneficis del PROMACC, així com les actuacions a executar.

Amb l'acord dels propietaris signat i tenint en compte les pautes tècniques, es van seleccionar un total de 5 rodals d'actuació, els quals es troben repartits en 4 finques privades i formen una superfície total de 29,66 hectàrees.

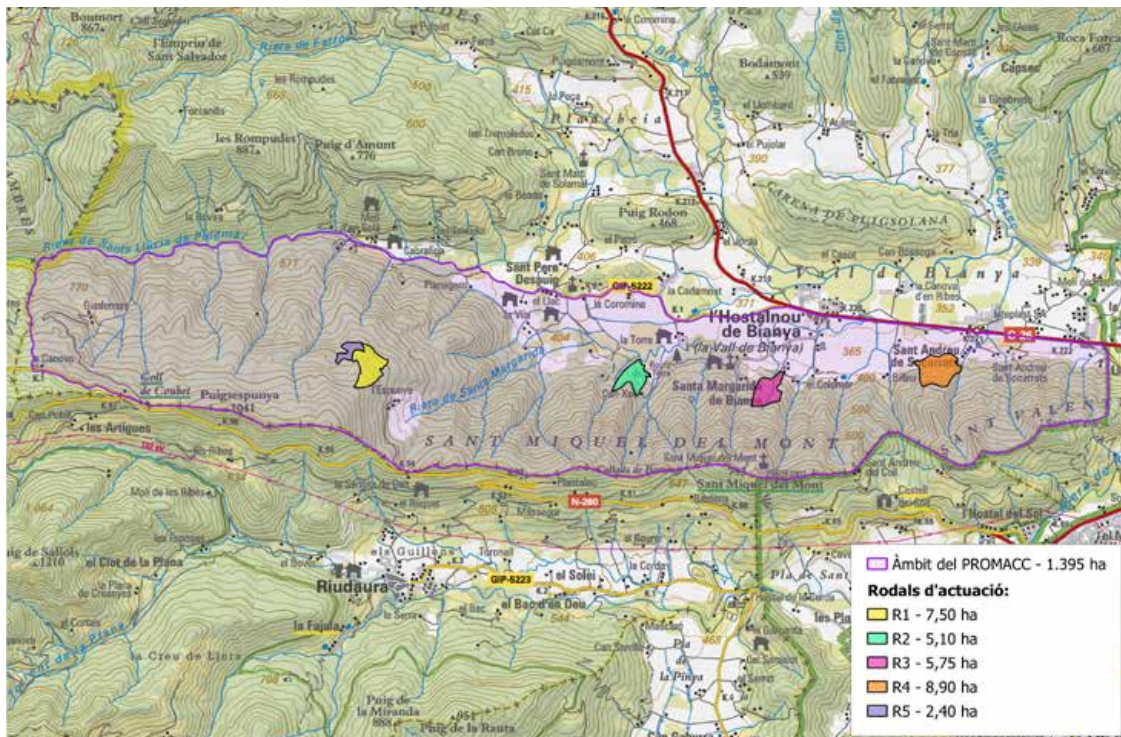


Figura 2. Àmbit del PROMACC Vall de Bianya i ubicació dels rodals d'actuació.

Veient les característiques de cada rodal, s'especifica els motius i/o justificacions d'inclusió al PROMACC:

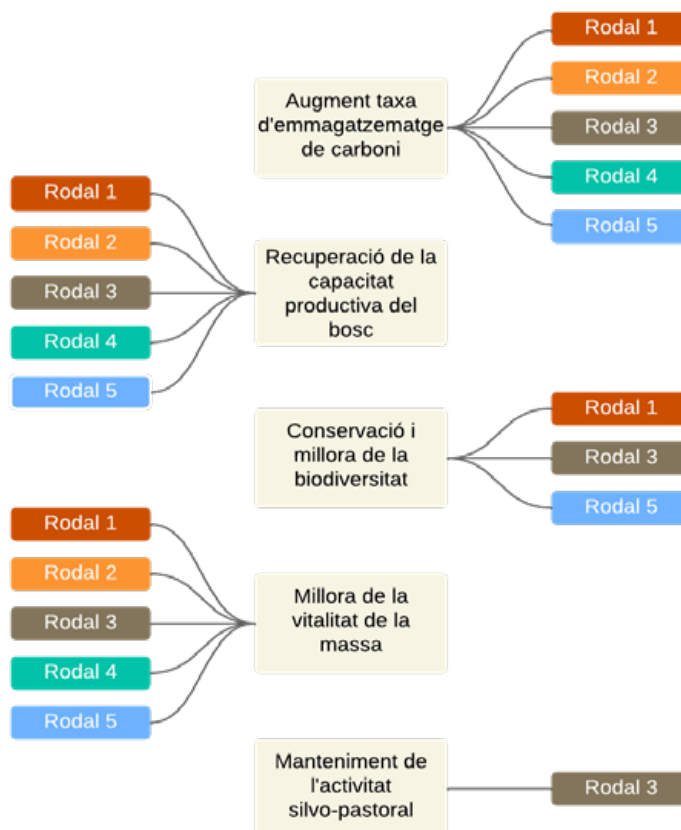


Figura 3. Mapa conceptual dels motius d'inclusió de cada rodal al PROMACC Vall de Bianya.



Per a caracteritzar les diferents masses forestals dels rodals, s'han realitzat inventaris pericials que permeten obtenir la informació dasomètrica bàsica per definir les actuacions a realitzar. També s'ha avaluat l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP), en que mitjançant transectes parcials aporta la informació relativa a la capacitat d'acollida de biodiversitat de la massa i permet valorar quins són els paràmetres que cal conservar o millorar amb la gestió forestal.

Un cop caracteritzats els rodals, i en funció de l'objectiu fixat, s'ha planificat la gestió més adient en cada cas seguint els models de referència ORGEST que permeten conèixer el creixement esperat per la massa després de l'actuació i així calcular el carboni fixat en relació amb el carboni fixat per una massa no gestionada. Aquesta gestió integra els 3 serveis ecosistèmics que formen els crèdits climàtics: carboni, aigua i biodiversitat.

Aquesta planificació s'ha d'integrar en el possible instrument d'ordenació del que disposi cada una de les finques implicades en el PROMACC i ha de disposar de les corresponents autoritzacions d'actuació.

Rodals d'actuació: descripció

El primer rodal d'actuació es troba a la finca "L'Espunya", i el forma un **alzinar muntanyenc**.

Es tracta d'una massa pura i irregular d'alzina (*Quercus ilex* sbsp. *ilex*) amb presència de petits claps de faig (*Fagus sylvatica*). També apareixen altres espècies com el pi roig (*Pinus sylvestris*), el roure pèrol (*Quercus robur*) i el freixe (*Fraxinus excelsior*). La superfície del rodal és de 7,54 ha.

L'estrat arbori presenta un recobriment de gairebé el 100 % i una alçada mitjana de 9 m. La densitat és d'uns 1.750 peus/ha, el diàmetre mitjà dels peus és d'uns 15 cm i compta amb uns 25 m²/ha d'Àrea Basimètrica¹. L'estrat arbustiu té un recobriment del 30 % i una alçada màxima d'1,5 m.

Abans de definir les actuacions forestals, cal especificar els objectius que es busquen en el rodal i així aconseguir el seu assoliment. En aquest cas, es pretén augmentar la fixació de carboni buscant productes de major vida útil i avançar en la millora de la capacitat d'acollida de biodiversitat de la massa. També es busca incrementar la resistència davant la sequera i millorar la seva vitalitat.

Segons les característiques de la massa i els objectius plantejats, se segueix el model ORGEST Qii01, d'alzinar irregular, i es planifica una **tallada selectiva** que permeti reduir la competència pels recursos i afavorir els exemplars de millors característiques, incrementant la vitalitat de la massa. Es preveu deixar una densitat d'uns 1.200 peus/ha i rebaixar l'AB fins a uns 18,5 m²/ha, amb un recobriment del 70 %. Es mantindrà la presència de totes les espècies arbòries existents al rodal i els peus de major diàmetre.

Per tal de conservar la biodiversitat es retindran elements claus com arbres de grans dimensions, espais oberts, espècies acompanyants i arbres amb presència de microhàbitats especialment rellevants. Per millorar la capacitat d'acollida de biodiversitat al rodal, també es generarà fusta morta mitjana al sòl.

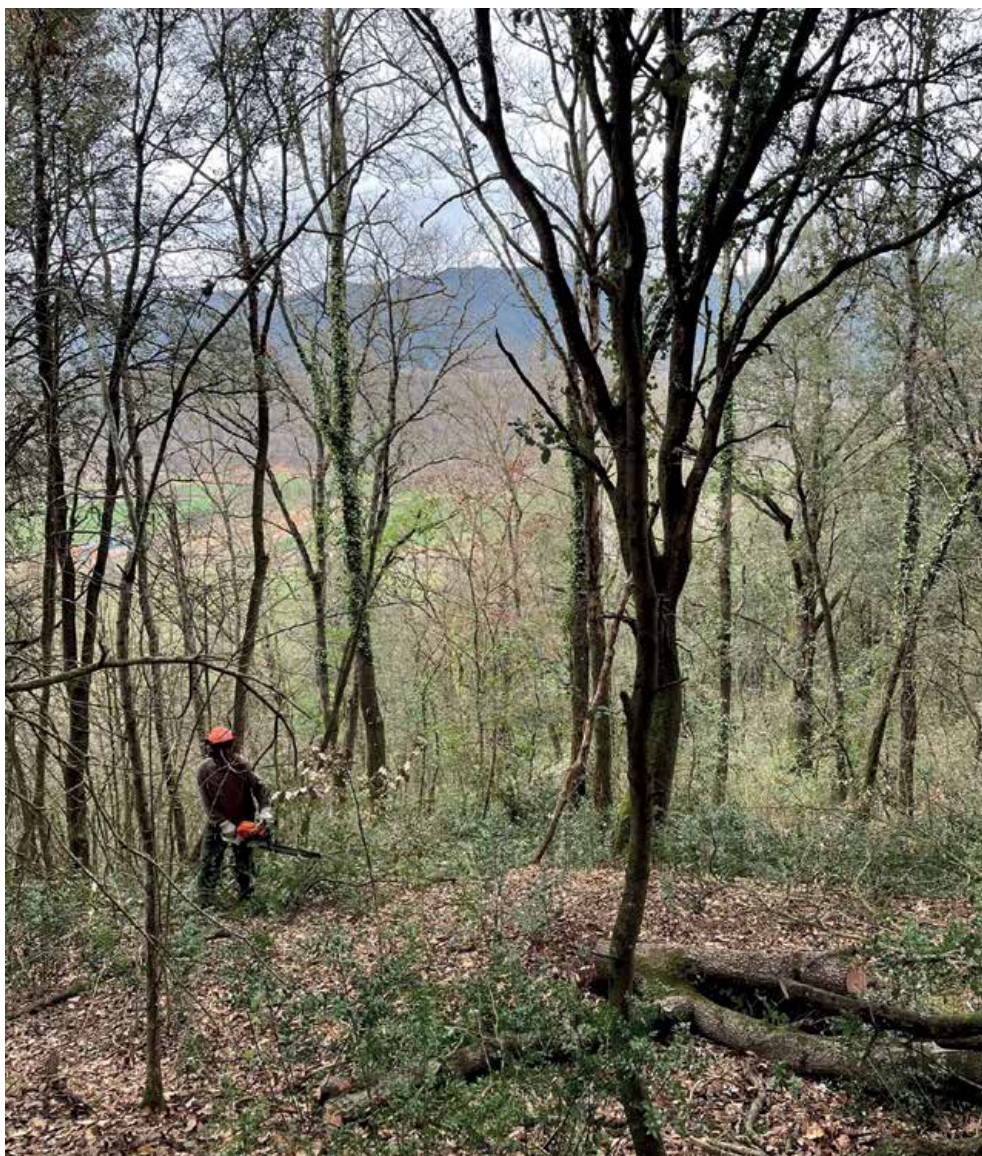
¹ Àrea Basimètrica: àrea del tall transversal (o secció) d'un arbre a l'alçada d'1,30 m.

El segon, tercer i quart rodal d'actuació es troben a les finques de "La Torre de Sant Pere i Can Xec", "Els Pujals" i "La Torre de Santa Margarita", respectivament, i amb una superfície de 5,11 ha, 5,76 ha i 8,88 ha.

Les tres zones estan caracteritzades per **rouredes de roure pènel** (*Quercus robur*), amb presència puntual de carpí (*Carpinus betulus*). També apareixen altres planifolis com faigs (*Fagus sylvatica*), freixes (*Fraxinus excelsior*), cirerers (*Prunus avium*) o avellaners (*Corylus avellana*). En tots casos, les masses presenten una estructura irregular que tendeix cap a la regularització.

L'estrat arbori presenta un recobriment de gairebé un 80 % i una alçada mitjana d'uns 18 m. La densitat varia segons el rodal, anant des d'uns 600 peus/ha fins a uns 1.300 peus/ha. El diàmetre mitjà dels peus és d'uns 25 cm i l'Àrea Basimètrica varia entre uns 22-26 m²/ha. L'estrat arbustiú té un recobriment d'entre el 20-30 % i una alçada mitjana d'uns 2 metres.

En aquests rodals, els objectius buscats dins aquest paisatge resilient són els mateixos: augmentar la fixació de carboni generant productes de major vida útil que emmagatzemin carboni a llarg termini, incrementar la resistència davant la sequera i millorar la seva vitalitat.



Fotografia 2.
Motoserrista al Rodal 4 durant l'actuació.

Es pretén realitzar el mateix tipus d'actuació per a tots els casos, però tenint en compte les variables de cada un dels rodals. Així doncs, es seguirà el model ORGEST Qpe/Qr02, de roureda de roure pèrol regular, i es duran a terme **aclarides baixes** que permetin reduir la competència pels recursos i afavorir els exemplars de millor característiques, incrementant la vitalitat de les masses. La intenció és reduir un 20 % de l'Àrea Basimètrica, deixant uns 19 m²/ha de mitjana, amb un recobriments entre el 65-70 %. També es mantindran els principals elements rellevants per la biodiversitat com espècies arbòries diferents, peus de grans dimensions, dendro-microhàbitats, etc. En base al resultat de l'IBP, que indica una alta capacitat d'acollida de biodiversitat, no es considera necessari realitzar cap actuació de millora.

El **cinquè rodal** d'actuació també es troba a la finca "L'Espunya", i el forma una **fageda pura** d'estructura irregular. La superfície del rodal és de 2,37 ha.

L'estrat arbori presenta un recobriments del 80 % i una alçada mitjana de 18 m.

La densitat és d'uns 430 peus/ha, el diàmetre mitjà dels peus és d'uns 30 cm i compta amb uns 23,5 m²/ha d'Àrea Basimètrica. L'estrat arbustiú és principalment boix (*Buxus sempervirens*) defoliat per la papallona *Cydalima perspectalis* que comença a rebrotar i té un recobriments del 40 % i una alçada màxima d'1,5 m.



Fotografia 3.
Rodal 5 abans
de l'actuació.

En aquest rodal es pretén augmentar la fixació de carboni buscant productes de major vida útil que emmagatzemin carboni a llarg termini i avançar en la millora de la capacitat d'acollida de biodiversitat de la massa. També es busca incrementar la resistència davant la sequera i millorar la seva vitalitat.

Per aquests motius, es pren com a referència el model ORGEST Fs03, de fageda regular, i es realitzarà una **aclarida baixa** que permetrà reduir la competència pels recursos i afavorir els exemplars de millor característiques, incrementant la vitalitat de la fageda. Es buscarà deixar una densitat final d'uns 350 peus/ha, reduir un 25 % de l'Àrea Basimètrica, deixant uns 19 m²/ha, amb un recobriment del 65 %. També es mantindran els principals elements rellevants per la biodiversitat com espècies arbòries diferents, peus de grans dimensions, dendromicrohabitats, etc., i es generarà fusta morta gran en peu i al sòl per millorar la capacitat de la massa d'acollir biodiversitat.

Estimació de l'impacte de les actuacions descrites al promacc vall de bianya i valoració dels crèdits climàtics generats

En base a la gestió planificada s'ha calculat l'impacte de les actuacions definides en cada rodal, de manera que la quantitat de carboni aigua o biodiversitat corresponent a un crèdit climàtic depèn de les actuacions realitzades en cadascun d'ells.

Per calcular l'impacte de les actuacions descrites s'ha seguit la metodologia establerta en el projecte Life Climark (Cervera et al, 2022b). El càlcul s'ha realitzat per cada rodal i després s'ha calculat el valor mitjà del conjunt de rodals definits al PROMACC. Tots aquests càlculs estan referits a un període de 15 anys.

El **balanç de carboni** de cada rodal s'ha calculat com la suma del carboni fixat (per la vegetació amb el seu creixement) més les emissions evitades (per substitució de productes i per prevenció d'incendis) menys les emissions produïdes (per les restes, els treballs, el transport del producte i els productes de vida curta).

Per calcular l'impacte de la gestió forestal sobre la capacitat d'un rodal per exportar **aigua blava**, la metodologia CLIMARK identifica una sèrie de fórmules i models en base a variables ambientals (índex d'humitat) i variables estructurals (àrea basal) que depenen del grup d'espècies existents (angiosperma o gimnosperma).

La metodologia de càlcul de l'impacte de la gestió en la **biodiversitat** es basa en l'Índex de biodiversitat potencial (IBP). Es calcula el seu valor abans de l'actuació i es valora la millora que suposarà la implementació d'una silvicultura integrativa.

Cal destacar, que en el cas del PROMACC de la Vall de Bianya alguns dels rodals tenen com a espècie principal el *Quercus robur* o el *Fagus sylvatica*, espècies per a les que la metodologia Climark no disposa de models de no gestió. Per tant, en aquests casos, els càlculs de carboni fixat s'han realitzat utilitzant els models del *Quercus humilis*, ja que es considera que és l'espècie més propera d'entre les que es compta amb metodologia de càlcul.

En el cas de la Vall de Bianya, es generen 30 Crèdits Climàtics. Amb cada Crèdit Climàtic es podran fixar 104 t de CO₂/ha, s'obtidran 1.703 m³/ha d'aigua i es millorarà la capacitat d'acollir biodiversitat en un 4 %.

Per altra banda, cada PROMACC porta adjunt un pressupost que inclou totes les despeses derivades del projecte (execució treballs, direcció d'obra, actuacions de

sensibilització, actuacions de promoció i venda dels crèdits, etc.). En el cas del PROMACC Vall de Bianya s'ha establert un pressupost de 80.190,28 € més IVA.

El preu de cada un dels Crèdits climàtics posats a la venda per aquest PROMACC és de 3.271 € (IVA inclòs) i correspon a 31 €/t CO₂, 1,92 €/m³ d'aigua i 817,6 €/‰ de biodiversitat.

Implementació del PROMACC Vall de Bianya

El procediment “estàndard” dels crèdits climàtics consisteix en que un cop el PROMACC està validat pel CPF, aquest es posa a la venda i les empreses que estiguin interessades compren els crèdits climàtics corresponents. En el cas del PROMACC Sant Miquel del Mont - Vall de Bianya, ha estat una única empresa (Olot Meats) qui, abans de la realització del PROMACC, es va posar en contacte amb el Consorci Forestal de Catalunya amb la intenció de realitzar algun projecte de millora en el territori on està implantada aquesta empresa. Va sorgir la idea d'implementar un PROMACC a la Vall de Bianya i així és com Olot Meats va acabar comprant la totalitat del projecte que s'està executant des de la Cooperativa Forestal.

Per tal de formalitzar el compromís de tirar endavant amb el projecte, es va signar un acord de col·laboració entre l'empresa finançadora i l'entitat promotora. Finalment redactat el PROMACC, es va formalitzar un acord marc per a la implementació del projecte, que va ser descartat davant la publicació de l'Acord GOV/270/2023 pel qual es crea el Sistema de Crèdits Climàtics de Catalunya. També es va acordar i signar el pressupost per a la realització de les feines per part de la Cooperativa, entitat executora.

Com ja s'ha exposat anteriorment, s'han comprat 30 crèdits climàtics, els quals permeten actuar en 30 ha forestals.

S'ha acordat amb Olot Meats repartir les actuacions en dos anys: durant el primer any actuar als rodals 1, 4, 5, i, durant el segon, actuar als rodals 2 i 3. Per tant, la finalització del PROMACC no es preveu fins el 2025.

En els rodals definits per a l'annualitat de 2024, per tal de garantir que el resultat de l'actuació s'ajusta el màxim possible al planificat, s'ha realitzat un marcatge parcial en cada un dels rodals i un marcatge total sobre els peus que contenen microhàbitats i que, per tant, s'han de deixar. També s'ha realitzat un seguiment detallat de l'execució dels treballs per part dels tècnics de la Cooperativa Forestal. En aquest cas, no s'ha estimat necessària la contractació d'una direcció d'obra externa. El CPF, juntament amb l'entitat promotora, ha participat en el seguiment de les actuacions realitzades segons les previsions del PROMACC.

Les actuacions realitzades en els rodals 1, 4 i 5 s'han ajustat al planificat i per tant s'estima que s'han assolit els objectius previstos.

Un cop estiguin implementades les actuacions planificades als 5 rodals del PROMACC i s'hagi comprovat que s'han assolit els objectius planificats, el CPF tornarà a estimar els crèdits i redactarà un informe de valoració del compliment de l'impacte de la gestió sobre els serveis ecosistèmics. Un cop avaluat, ja es podrà portar a terme una auditoria de certificació per part d'un organisme de certificació acreditat, del qual el CPF informarà a la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic (DGQACC) del nombre de crèdits climàtics previstos i aquest emetrà el certificat corresponent.

Per tal de seguir la permanència i la traçabilitat dels crèdits climàtics, es duran a terme revisions periòdiques on es comprovarà que el PROMACC implementat segueix respectant els criteris de qualitat i verificació de crèdits climàtics. El Sistema vetlla per la traçabilitat de tots els crèdits climàtics i possibles variacions segons el resultat de les revisions periòdiques i garanteix la difusió de l'impacte en els serveis ecosistèmics generats.

Conclusions

La realització i implementació del Projecte de Mitigació i Adaptació al Canvi Climàtic (PROMACC) Sant Miquel del Mont - Vall de Bianya, ha permès:

- Testar el funcionament del Sistema en el marc de les proves pilots realitzades en el projecte LIFE Climark.
- Donar a conèixer, en el context actual en el que vivim, que mitjançant la silvicultura podem afavorir els serveis ecosistèmics dels boscos fomentant la fixació de carboni, l'optimització d'aigua blava i la conservació i millora de la biodiversitat.
- Mostrar una nova eina per dur a terme i donar visibilitat a la gestió forestal agrupada, tenint a compte les actuacions forestals a escala de paisatge.
- Establir lligams de col·laboració entre la indústria i el sector forestal en un territori concret.
- Dinamitzar el sector forestal a la Vall de Bianya, fomentant l'activitat silvícola i adaptant-la a l'entorn agrari i ramader.
- Afavorir la creació d'un paisatge resilient a la Vall de Bianya.
- Integrar les externalitats en la gestió forestal dels rodals seleccionats, més enllà d'un objectiu productiu, afavorint al mateix temps la vitalitat, l'estructura i la capacitat de resiliència font a pertorbacions de les masses.
- Augmentar la capacitat d'emmagatzemar i fixar carboni dels rodals actuats per tal de mitigar i fer front al canvi climàtic, al mateix temps que s'ha augmentat la quantitat d'aigua exportada i s'ha conservat i/o millorat la capacitat per acollir biodiversitat dels rodals.
- Posar en funcionament una nova metodologia per facilitar la inversió en la millora del capital natural-forestal d'empreses que, com Olot Meats, estan compromeses amb el territori.

Bibliografia

CERVERA, T.; GILI, I.; BAIGES, T.; VEGA-GARCIA, C.; PALERO, N.; CASALS, P. *Diseño de un mercado local de Créditos Climáticos para la promoción de una gestión forestal multifuncional en Catalunya*. ACTAS 8º Congreso Forestal Español. (2022a)

CERVERA, T.; BAIGES, T.; RABASCALL, X.; et al. *Metodologia de càlcul de l'impacte de la gestió forestal en els Serveis ecosistèmics: carboni, aigua i biodiversitat*. Centre de la Propietat Forestal, Santa Perpètua de Mogoda. 61 pp. (2022b)

Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC). Núm. 9065. ACORD GOV/270/2023, de 19 de desembre, pel qual es crea el Sistema de Crèdits Climàtics de Catalunya. (2023)

European Union; 2022. DELIVERING THE EUROPEAN GREEN DEAL: FIRST EU CERTIFICATION OF CARBON REMOVALS.

BANQUÉ, M.; DE CÁCERES M.; GARCÍA, R.; MARTÍNEZ, J.; VALENTÍN, J.; VAYREDA, J.; 2020. FOREStime. Canvi dels serveis ecosistèmics dels boscos de Catalunya al llarg dels darrers 25 anys (període 1990-2014). CREAF-OCCC-CTFC.

MAUSER, H (ed); 2021. Key questions on forest in the EU. Knowledge to Action 4, European Forest Institute. 62 pp

Projecte LIFE CLIMARK. Informe LAYMAN. *Foment de la gestió forestal per a la mitigació del canvi climàtic a través del disseny d'un mercat de crèdits climàtics (2017-2022)*. 32 pp. (2022)

Organitza:



75
Anys

Col·laboren:



Patrocinen:

