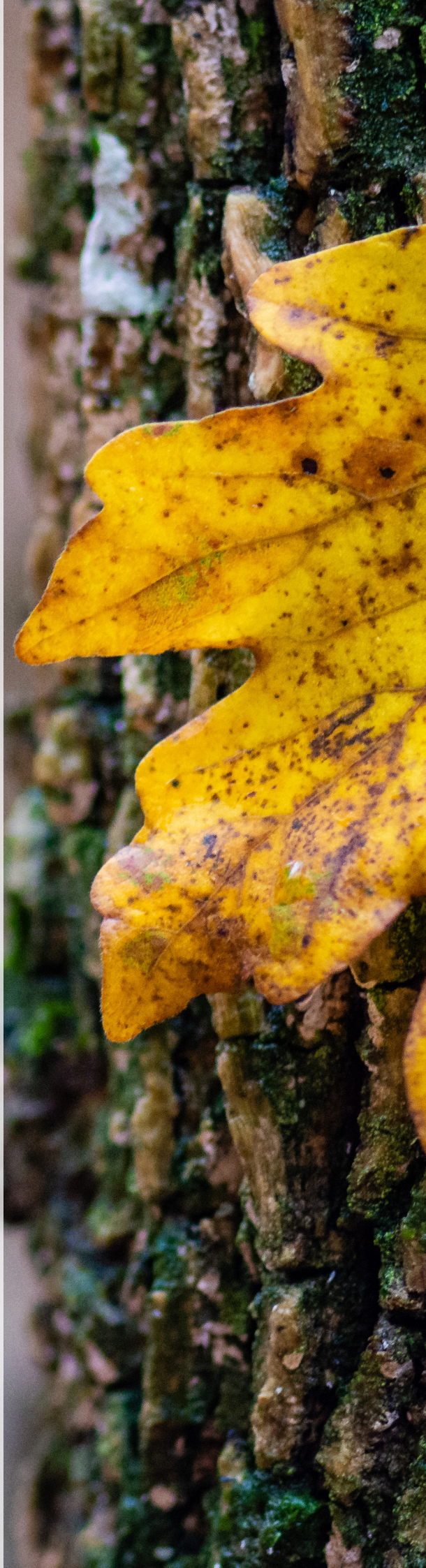
# GESTIÓ FORESTAL ADAPTATIVA I NATURALÍSTICA A LA XARXA DE PARCS NATURALS DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA:

## experiències en alzinars, castanyedes i pinedes

**2022**

Diputació Barcelona

CTFC



**Autoria:**
Jaime Coello, Eduardo Collado, Mario Beltrán i Míriam Piqué. Programa Gestió Forestal Multifuncional. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

**Amb la col·laboració de:**
Joan Rovira, Joan Carles Àngel, Josep Argemí i Jordi Jürgens. Gerència de Serveis de d'Espais Naturals, Diputació de Barcelona.

E2Estudis Enginyeria Forestal, SL.

**Edició:** Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya
**Maquetació:** Comunicació. CTFC.
**Fotografies:** Arnau Soler, Joan Rovira (DiBa), AGS-CTFC, APMC, CPF, APFSBE

**Cita recomanada:** Coello J, Collado E, Beltrán M, Piqué M. 2022. Gestió forestal adaptativa i naturalística a la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona: experiències en alzinars, castanyedes i pinedes. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida). 44 pp.

# Prefaci

Aquesta publicació s'adreça especialment al personal tècnic i gestor d'espais forestals dins la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona, si bé és d'aplicació en altres espais forestals del nostre context. Es recullen la descripció i conclusions de les experiències realitzades en el marc del projecte LIFE MixForChange (2016-2022), a partir de la col·laboració entre el CTFC i la Diputació de Barcelona.

Aquestes experiències es basen en l'aplicació, a l'hivern 2018-19, d'una silvicultura amb criteris naturalístics i d'adaptació al canvi climàtic en un total de 3 finques públiques. Per caracteritzar l'efecte d'aquesta silvicultura sobre múltiples indicadors silvodasomètrics i d'adaptació al canvi climàtic s'han instal·lat 16 parcel·les de seguiment peu a peu, amb vocació d'esdevenir parcel·les de seguiment permanent. Aquestes parcel·les es mesuren abans i just després de les intervencions, i al cap de 2 períodes vegetatius.

A més dels resultats obtinguts en aquestes parcel·les, l'avaluació d'aquesta silvicultura es completa amb les conclusions obtingudes al conjunt de 85 parcel·les permanents d'inventari instal·lades dins el projecte, per tal de mostrar les tendències generals obtingudes en les gairebé 200 ha forestals demostratives del projecte.

El projecte LIFE MixForChange (LIFE15 CCA/ES/000060) està finançat pel programa LIFE de la Unió Europea.

# Índex


**1. Introducció: canvi climàtic i gestió forestal 7**

1.1. Canvi climàtic i boscos 7

1.2. La gestió forestal adaptativa 8

1.3. La gestió forestal naturalística 9

1.4. El projecte LIFE MixForChange 10

**2. Planificació i implementació d'una silvicultura adaptativa i naturalística a la XPN 13**

2.1. Principis generals de la silvicultura aplicada 13

2.2. Implementació i caracterització de la silvicultura aplicada a la XPN 17

**3. Resultats de l'aplicació d'una silvicultura adaptativa i naturalística a la XPN 27**

3.1. Efecte de la silvicultura MixForChange en indicadors d'adaptació al canvi climàtic 27

*Vitalitat de la massa: creixement* 27

*Indicadors de biodiversitat* 29

*Vulnerabilitat a incendis forestals* 33

*Efecte sobre el balanç hídric* 34

*Efecte sobre la regeneració* 34

3.2. Efecte de la silvicultura MixForChange en el balanç econòmic 35

**4. Conclusions de la silvicultura aplicada i el potencial de replicació a la XPN 37**

4.1. Conclusions generals de la silvicultura aplicada 37

4.2. Potencial de replicació a la Xarxa de Parcs Naturals 38

4.3. Per a més informació 40

**5. Referències bibliogràfiques 43**

# 1

# Introducció: canvi climàtic i gestió forestal

## 1.1. Canvi climàtic i boscos

Els boscos del nostre context són el resultat de mil·lennis d'interacció amb les societats humanes. Les darreres dècades (des de mitjans del segle XX), aquesta interacció ha consistit de manera predominant en un **abandonament dels usos agro-silvo-ramaders**, amb la corresponent expansió i densificació del bosc. Alhora, també s'ha donat una expansió notable de les àrees urbanes i residencials.

Al mateix temps, els efectes del **canvi climàtic** són cada cop més evidents, amb un increment generalitzat de les temperatures (1,1ºC a nivell global, però d'1,5ºC a la Mediterrània), canvis en el patró de precipitacions i signes d'una restricció hídrica cada cop més intensa, amb onades de calor d'impacte creixent. A més, s'espera un increment en la irregularitat de les precipitacions i una més alta incidència de fenòmens climàtics extrems, com ara les tempestes d'alta intensitat o les sequeres persistents. En el cas de la Mediterrània, aquests factors impliquen una incidència cada cop més intensa de les principals amenaces per a la persistència del bosc (sequeres, incendis, impactes de plagues i malalties i pèrdua de biodiversitat) i dels serveis ecosistèmics essencials que aquest proveeix.

Aquesta situació combinada (abandonament de boscos que havien estat gestionats intensament i l'impacte creixent del canvi climàtic) té un efecte de **retroalimentació**, ja que els boscos cada cop més densos esdevenen menys vitals i més vulnerables a l'impacte de les amenaces esmentades. Alhora, el retorn econòmic de les intervencions forestals en aquestes situacions també esdevé cada cop més reduït i incert.

Per garantir els serveis ecosistèmics que proveeixen els boscos es considera essencial trencar aquest cercle viciós d'abandonament i vulnerabilitat al canvi climàtic. Per això, és important **implementar una gestió forestal que incorpori criteris d'adaptació al canvi climàtic** i alhora aconsegueixi una **sostenibilitat econòmica** (per garantir-ne la seva aplicabilitat) i **també ambiental** (per garantir-ne les múltiples funcions socials i ambientals dels boscos). Aquest ha estat l'objectiu del projecte LIFE MixForChange (www.mixforchange.eu). Els següents apartats descriuen els principis que fonamenten la silvicultura desenvolupada en aquest projecte i els resultats obtinguts sobre diferents indicadors i serveis ecosistèmics.

## 1.2. La gestió forestal adaptativa

La silvicultura adaptativa al canvi climàtic es bassa en promoure els mecanismes naturals de resistència (tolerància a una pertorbació) i resiliència (capacitat de reposar-se després d'aquesta) que presenten els boscos de manera natural. Els principis generals de la silvicultura adaptativa al canvi climàtic en condicions mediterrànies són:

- **Manteniment i promoció de la diversitat d'espècies, edats i estructures.** Com més diversitat es disposi, s'incrementen les possibles respostes davant les diverses amenaces del canvi climàtic. La diversitat d'edats i estructures consisteix en comptar amb múltiples estrats de vegetació, amb arbres i arbustos en diferents fases vitals i alçades, barrejats peu a peu i en grups i alternant amb petits claps.
- **Manteniment de la vitalitat i l'estabilitat individual i col·lectiva**. Es basa en promoure els arbres més vitals, vigorosos i estables parant atenció al seu estat actual i al seu entorn competitiu. També s'inclou el manteniment d'una quantitat moderada d'arbres moribunds i morts en diversos estats de descomposició, que permetin incrementar la biodiversitat associada però sense suposar un alt risc de focus de plagues i malalties (sobretot en el cas dels moribunds i morts recentment) i sense augmentar notablement la vulnerabilitat a incendis forestals. També es mira d'aconseguir un grau de capitalització alt, però que no sigui excessiu com per fer la massa vulnerable a danys pel vent o la neu.
- **Promoció de la regeneració sexual.** La renovació per llavor permet mantenir i incrementar la diversitat genètica i fenotípica, i poder comptar en tot moment amb una cohort ja instal·lada que pugui ocupar progressivament els buits que es generin dins la massa, com, per exemple, a causa de caigudes pel vent o trencaments per la neu. Convé induir la regeneració natural de diverses espècies creant claps de diverses grandàries i condicions de disponibilitat de llum directa i indirecta.
- **Manteniment de la integritat estructural i protecció del sòl.** Això s'aconsegueix aplicant tractaments d'intensitat baixa o moderada, plantejats sota els principis de reversibilitat i progressivitat. El manteniment d'una coberta contínua redueix l'impacte dessecant de la insolació i el vent (i del seu impacte mecànic) i garanteix les funcions de connectivitat ecològica, tot limitant la proliferació excessiva del sotabosc.
- **Reducció de la vulnerabilitat a incendis.** Cal evitar que un foc de superfície (que afecti l'estrat arbustiu) esdevingui un incendi de capçades, d'alta intensitat. Per això, cal trencar la continuïtat vertical de combustible, és a dir, limitar la presència de combustible d'escala (és a dir, aquell situat entre el combustible de petites dimensions i la base de les capçades de l'estrat dominant), i també reduir el combustible total. També convé generar discontinuïtats horitzontals per frenar-ne la propagació mantenint o creant paisatges en mosaic i amb la presència d'espais oberts o de baixa acumulació de combustible.

L'eina bàsica de la silvicultura adaptativa són les **intervencions de regulació de la competència** (aclarides, seleccions de tanys i estassades en el cas de l'estrat arbustiu), que s'han d'aplicar amb un clar component de selectivitat (decidir de manera individualitzada l'acció a realitzar, sigui tallar o afavorir amb la tallada d'un altre individu) i parant atenció a les condicions a microescala. Això permet aconseguir complir tots els objectius de la gestió però trobant un equilibri, en funció de l'interès i potencial de cada àrea del bosc, entre els diferents criteris. Per exemple, amb aquesta aplicació detallada es pot aconseguir una massa parcialment multiestratificada però que alhora presenti discontinuïtats verticals de combustible.

## 1.3. La gestió forestal naturalística

La gestió forestal **naturalística, propera a la natura o basada en processos naturals** (*close-to-nature* o *Pro silva*) es un corrent silvícola que cerca aprofitar les inèrcies i les dinàmiques naturals favorables als objectius de la gestió per minimitzar els costos i maximitzar el retorn dels serveis ecosistèmics, incloent-hi la biodiversitat i la generació de productes fusters d'alt valor de mercat. Es tracta d'una gestió que prioritza l'eficàcia i l'aplicació detallada, i que es defineix a escala de microestació. A més, aquesta silvicultura cerca mantenir en tot moment una cobertura que generi un "microambient forestal" fosc i humit que es pugui compatibilitzar amb l'obertura de claps per promoure la instal·lació o el desenvolupament d'una nova cohort en punts concrets de la massa. L'eina fonamental d'aquesta silvicultura són les **aclarides selectives** amb senyalament previ i tenint en compte les característiques i el paper (actual i potencial) de cada arbre i la seva relació amb els processos naturals presents de potenciar o regular i els inexistents que es vol reactivar. Un dels eixos d'aquesta gestió és l'anomenada **silvicultura d'arbre individual** (*single-tree*), la qual té com a principi general fer les intervencions centrades a promoure els **arbres de més alt interès**, ja sigui per motius comercials o ecològics, fins i tot assumint un cert nivell d'inversió per a la valorització futura d'aquests arbres.

Aquesta silvicultura se sol organitzar en **dues fases**:

- En el cas de masses forestals joves i amb alta densitat es permet una fase d'alta competència entre els arbres, per aconseguir una diferenciació natural i una bona conformació dels arbres dominants, tot estalviant aclarides d'alt cost.
- Un cop completada aquesta fase de conformació i/o en parts de la massa que mostrin un estat de desenvolupament més avançat (arbres dominants diferenciats), s'identifiquen i marquen els arbres de més alt valor des del punt de vista comercial (peus vigorosos i ben conformats d'espècies d'alt valor) o de la conservació (arbres d'espècies poc representades o amb microhàbitats d'interès), que passen a anomenar-se "arbres de futur" o "arbres d'alt interès".

Arbres d'alt interès: comercial (esquerra) i ambiental (dreta).

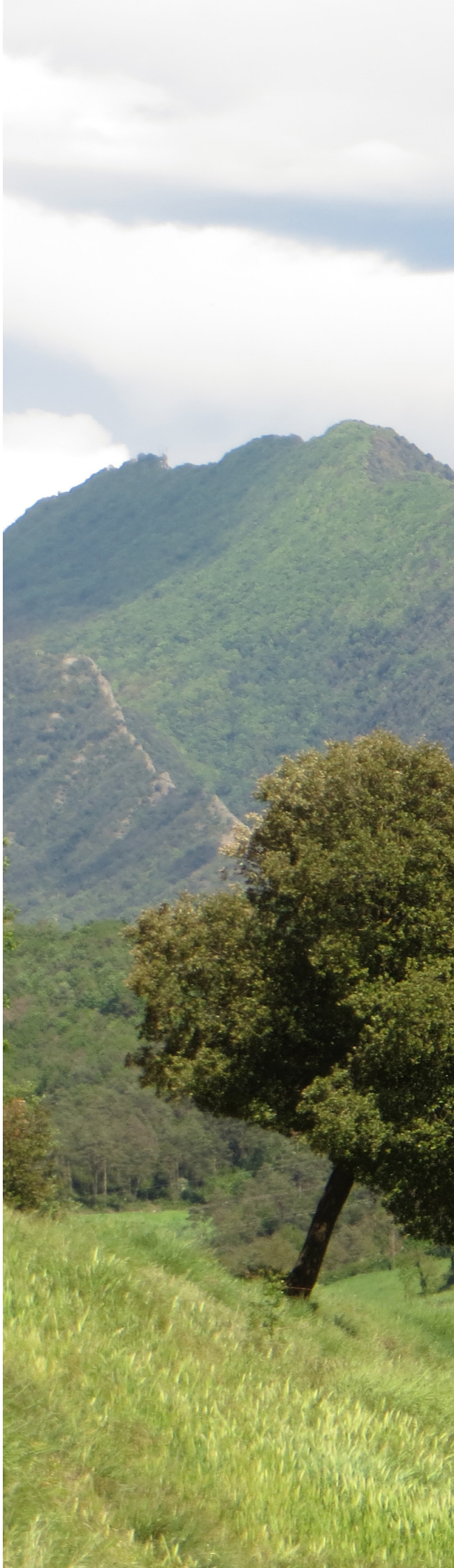
Des d'aquest moment, les intervencions se centren a trobar un balanç entre donar espai progressivament als arbres de futur per promoure el seu desenvolupament i vigor (aclarides selectives traient progressivament els principals competidors per a l'expansió de la seva capçada), però mantenint un acompanyament lateral, respectant els arbres propers que no facin una competència excessiva.

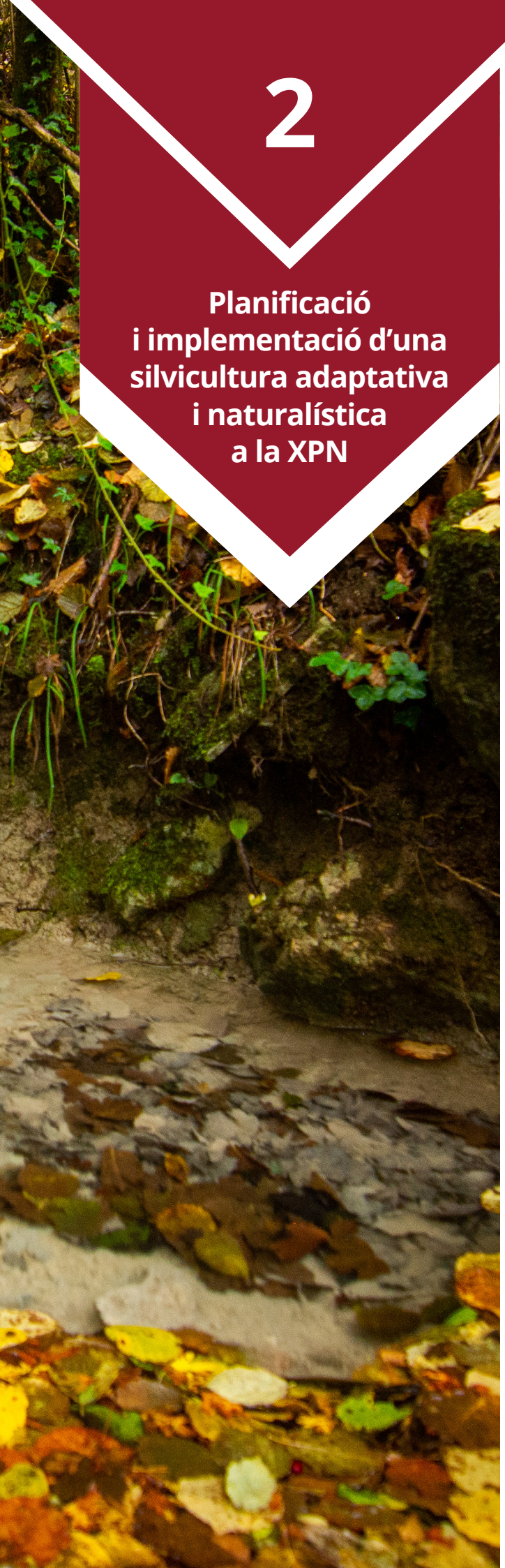
Les intervencions aplicades amb l'enfocament de la silvicultura naturalística solen ser de menys intensitat, més detallades en el disseny (incloent-hi el senyalament complet) i en l'execució (classificació de producte en pista) i també de freqüència més elevada (periodicitat entre 6 i 10 anys) que les aplicades seguint la silvicultura prevalent, basada en esquemes a escala de massa.

## 1.4. El projecte LIFE MixForChange

El projecte LIFE MixForChange (2016-2022) té com a objectiu principal **promoure l'adaptació al canvi climàtic** dels boscos mixtos de les condicions mediterrànies sub-humides d'Europa. Per això, s´ha desenvolupat i aplicat una silvicultura innovadora que incorpora aspectes de la silvicultura adaptativa al canvi climàtic i de la silvicultura naturalística en prop de 200 ha a Catalunya, concretament al Montnegre-Corredor, Montseny, Bellmunt-Collsacabra i sud del Ripollès. Aquestes intervencions s'han aplicat sobre masses majoritàriament mixtes, dominades per alzina, castanyer, roure o pi. A més, en el marc del projecte s'han avaluat els efectes d'aquesta silvicultura sobre una sèrie d'indicadors dasomètrics, ecològics i de diversos serveis ecosistèmics relacionats directament o indirectament amb l'adaptació al canvi climàtic.

Els beneficiaris del projecte són el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC, coordinador), el Centre de la Propietat Forestal (CPF) i les associacions de propietaris forestals del Montnegre i el Corredor (APMC) i de Bellmunt-Collsacabra (APFSBE). A més, la Diputació de Barcelona n'ha participat com a entitat col·laboradora, i ha implementat la replicació i seguiment d'aquesta silvicultura en 3 finques de la seva Xarxa de Parcs Naturals, a més de participar en múltiples tasques de disseminació i transferència tècnica i de governança.





# 2

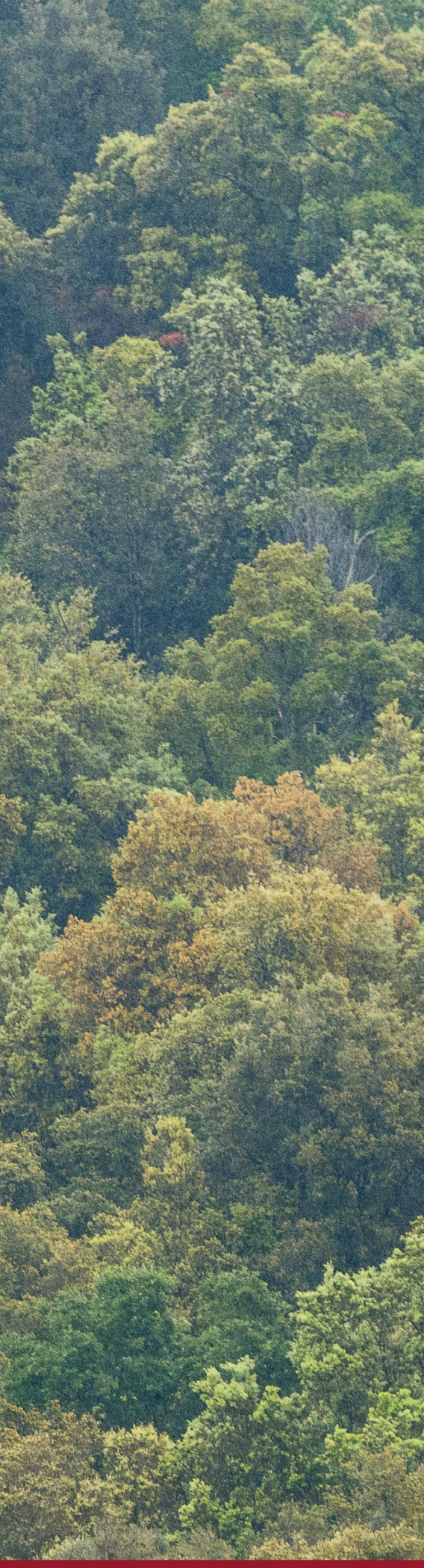
# Planificació i implementació d'una silvicultura adaptativa i naturalística a la XPN

## 2.1. Principis generals de la silvicultura aplicada

La silvicultura aplicada s'ha dissenyat i planificat seguint un **procés progressiu** que va des de l'establiment dels objectius generals, una sèrie de criteris per a cada formació forestal, una proposta d'intervenció adaptada per a cada rodal i una implementació que para atenció a nivell de microestació, tal i com es presenta en els apartats següents. Es tracta d'una **silvicultura de massa mixta basada en els models ORGEST** (Piqué *et al*., 2017) tot incorporant les visions **d'adaptació al canvi climàtic**, de **gestió naturalística** i **d'arbre individual** exposats al capítol anterior. Les actuacions demostratives a la XPN s'han implementat al Parc Natural i Reserva de la Biosfera del Montseny, al Parc del Montnegre i el Corredor i al Parc del Castell de Montesquiu; en rodals representatius de les formacions forestals arbrades dominades per alzina (*Quercus ilex* sbsp. *ilex*), castanyer (*Castanea sativa*) o pi (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinea*), amb presència d'altres espècies com roures (*Quercus petraea*, *Q. canariensis*, *Q. pubescens*), cirerer (*Prunus avium*), freixes (*Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*), blada (*Acer opalus*), auró blanc (*A. campestre*), faig (*Fagus sylvatica*), moixera de pastor (*Sorbus torminalis)* o servera (*S. domestica*), entre d'altres.

En aquestes zones s'identifiquen les característiques generals següents:

- Malgrat que les masses són, en general, mixtes i amb una certa estratificació, la gestió passada les ha portat cap a una certa **simplificació estructural i d'espècies**. A més, els alzinars i les castanyedes mostren una forta abundància de peus de rebrot que, en el cas del castanyer, tendeixen a presentar un vigor baix. Les pinedes presenten sovint un procés avançat de senescència.
- Les principals amenaces que suposa el canvi climàtic en aquest context són l'increment de la intensitat de la **sequera i dels incendis forestals**. Moltes de les espècies presents en aquestes formacions, com, per exemple, freixes, aurons, castanyers i alguns roures, estan poc adaptades a aquestes pertorbacions i, per tant, són especialment vulnerables.
- Aquests boscos se solen trobar en **entorns periurbans**, especialment en el cas del Montnegre-Corredor i Montseny, cosa que afegeix complexitat a la gestió.



Alzinar mixt

## Objectius generals

L'objectiu general de les intervencions és promoure la resistència i la resiliència de les masses forestals davant els principals impactes del canvi climàtic, de manera compatible amb la sostenibilitat econòmica i ecològica a mitjà i llarg termini. Els principis generals que orienten la silvicultura són:

- Promoció de la **vitalitat** i el **creixement**, especialment dels arbres de més alt interès (actual i potencial) econòmic i/o ecològic, de diferents mides i espècies.
- Foment de la **diversitat** d'espècies (incloent-hi també de sotabosc), d'estructures i grandàries, creant estructures multiestratificades i favorables a l'acollida de biodiversitat, tot vigilant de no comprometre la vulnerabilitat estructural del rodal al foc de capçades mitjançant la regulació de les distàncies i els recobriments dels diferents estrats de vegetació considerats com a combustible.
- Millora del **balanç hídric** en termes d'eficiència en la utilització de l'aigua per part de la vegetació (aigua verda) i de la proporció d'aigua blava, mitjançant la regulació del funcionament eco-hidrològic de la vegetació: densitats, recobriments, espècies, estrats...

Una de les conseqüències d'aquestes actuacions és el foment dels individus i les espècies de planifolis amb més potencial per produir fusta de qualitat, sempre que siguin vigorosos, ja que aquestes espècies, generalment poc abundants, ajuden a complir simultàniament els objectius econòmics i ecològics. Les principals espècies considerades als rodals del projecte han estat *Prunus avium, Quercus petraea, Quercus pubescens, Quercus canariensis, Sorbus torminalis, Sorbus domestica, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus* i *Acer campestre*.

> ***El paper de la persona professional de la silvicultura és fonamental per a una correcta aplicació d'aquests principis generals, i cal buscar-ne un equilibri perquè es compleixin globalment, tot i que localment puguin prioritzar-se els uns sobre els altres. En l'aplicació d'aquesta silvicultura, també es requereix personal qualificat per al senyalament i l'execució dels treballs.***

## Objectius establerts per a cada formació

La gestió dels **alzinars** s'ha centrat en augmentar la complexitat del sistema per generar i mantenir estructures irregulars multiestratificades, amb tendència a la capitalització, i potenciar el desenvolupament de diferents espècies de planifolis en conjunt amb l'estrat d'alzines. També es promou el desenvolupament d'arbres llavorers i la regeneració de planifolis esporàdics.

Aquesta gestió permet avançar aquests alzinars cap a un bosc mitjà irregular mixt, dominat per alzina en estructura irregular capitalitzada, heterogènia per cops. Les espècies acompanyants es desenvolupen principalment com a peus de llavor, per cops i arribant a l'estrat dominant, si el seu temperament ho permet.

La majoria de les **castanyedes** catalanes varen ser plantades durant la primera meitat del segle XX per produir fusta. Actualment, moltes d'aquestes masses presenten un estat sanitari deficient, generalment per la incidència del xancre del castanyer (*Cryphonectria parasitica*) i per una mala adaptació a les condicions actuals de l'estació, motius que han portat a l'abandonament de molts d'aquests boscos. La gestió aplicada a les castanyedes s'ha centrat en acompanyar el canvi de dominància en favor d'altres espècies de planifolis vigorosos ja presents (roures, alzina, freixes, cirerer...), segons la microestació, ja sigui com a peus individuals o com a cops de regeneració. També es busca una millora de la vitalitat de l'estrat de castanyer quan les condicions de l'estació ho permetin. Així, es generen i es mantenen masses mixtes heterogènies, d'estructura regularitzada o irregularitzada en funció de l'espècie dominant a mitjà termini, i es redueix la presència de castanyer on mostri menys vitalitat, en favor d'altres planifolis.

Aquesta gestió fa avançar les castanyedes cap a una estructura heterogènia verticalment i horitzontalment, amb tendència a la regularització i la capitalització (on el canvi d'espècie es fa en favor del roure) o a la irregularització (canvi a favor de l'alzina).

Castanyeda mixta

Les **pinedes** mixtes amb planifolis presentaven una estructura prevalent amb un dosser de pins (espècie promoguda en el passat) amb subvol de planifolis. Actualment, els planifolis mostren un gran desenvolupament i el dosser de pins apareix capitalitzat i envellit, i la seva regeneració es veu limitada per l'espès estrat de planifolis. La gestió aplicada ha cercat generar i mantenir estructures diversificades en estrats i espècies, amb elevada presència de quercines i incloent-hi diferents espècies de planifolis. Els pins es mantenen en les localitzacions que els hi són més favorables i on no dificulten el desenvolupament de la resta d'espècies.

Pineda mixta

Es busca acompanyar així el desenvolupament dels planifolis i el canvi progressiu de dominància del dosser de pins. En rodals amb una coberta arbòria de baixa densitat i amb una presència de planifolis insuficient per generar un estrat complet, es plantegen plantacions d'enriquiment i densificació, per introduir o reforçar els planifolis objectiu i els pins en localitzacions favorables.

> *Al LIFE MixForChange hem treballat amb una quarta formació forestal: les rouredes. Les publicacions desenvolupades al projecte (veure apartat 4.3) inclouen la descripció, resultats i conclusions de l'aplicació d'aquesta silvicultura en rouredes.*

## Disseny a escala de rodal

Els objectius globals i per formació s'han concretat en actuacions silvícoles a escala de rodal. Per això, s'ha fet una diagnosi silvo-dasomètrica, en base a la qual s'han determinat els valors inicials i finals dels paràmetres quantitatius (estructura i composició de la massa per aconseguir els objectius marcats) que han guiat el disseny i el seguiment de l'actuació. Els principals paràmetres, expressats en termes absoluts o relatius (percentatge respecte el valor inicial) són: volum aeri amb escorça, densitat i àrea basal (per espècie i total o per grups de grandària), i també el nombre de peus competidors a eliminar per arbre de futur. La intensitat de l'actuació es tria en funció de les condicions inicials (capitalització, densitat), i del potencial de creixement de la massa, el qual defineix alhora la periodicitat de la següent actuació. L'apartat 2.2 mostra la planificació de les intervencions en els diferents rodals intervinguts a la XPN.

Pel que fa al nombre de peus de futur a seleccionar, aquest també varia en funció de la quantitat i característiques dels peus amb interès potencial i de les característiques del rodal. En alzinars s'ha plantejat identificar i promoure fins a 150-300 peus de futur per hectàrea, en castanyedes fins a 100-200 i en pinedes fins a 200-400.

Aquesta estructura de referència permet identificar els elements ja presents, els processos ja existents que en són favorables i els processos que ara són absents però que cal activar. Sobre aquesta informació s'estableixen els criteris d'actuació, que principalment defineixen com identificar els arbres a afavorir i els arbres a eliminar. Aquests criteris d'actuació també tenen en compte la vulnerabilitat a riscos biòtics i abiòtics i la cerca de l'eficiència econòmica.

## Aplicació a escala d'arbre / microestació

Els criteris d'actuació definits a escala de rodal s'han portat sobre el terreny a través del marcatge dels arbres a tallar i/o seleccionats per afavorir (a tota la superfície o bé a una part representativa del bosc que serveixi per formar les colles), i amb la direcció de l'obra per explicar els criteris de selecció, la intensitat i les bones pràctiques d'execució. Per tant, l'arbre (o grup d'arbres) i les condicions de microestació són l'escala última de presa de decisions de l'actuació.

Els principis, els objectius i el disseny de l'actuació al rodal traslladen la rellevància de l'estructura i la seva dinàmica a la funció que desenvolupa cada arbre o grup d'arbres a la massa, i també altres elements que influeixen en el seu desenvolupament. En termes generals, les decisions s'han basat en seleccionar arbres d'alt valor i en realitzar accions que els afavoreixin amb la regulació de les relacions de competència-facilitació, ja sigui l'eliminació d'arbres competidors directes o indirectes per capçades o arrels, en forma d'aclarides selectives (Figura 1) o bé mantenint peus que afavoreixen la bona conformació de l'arbre d'alt valor sense exercir una competència excessiva. En el cas d'arbres d'alt valor morts en peu (seleccionats pel seu interès per a la conservació de la biodiversitat), es mantenen els peus que els envolten per retardar-ne la caiguda espontània.

*Figura 1. Esquema d'obertura progressiva de l'espai de creixement d'un arbre d'alt valor (marcat en groc). Les fletxes mostren l'efecte d'una intervenció silvícola i les línies blaves discontínues representen el pas del temps entre dues intervencions consecutives. Adaptat de Mori & Pelleri (2014).*

*La primera actuació que es fa en un rodal seguint aquest conjunt de principis té un caràcter d'adaptació cap a les estructures buscades (heterogènies, complexes i diverses), ja que les característiques inicials de cada rodal i les seves dinàmiques i processos naturals solen quedar lluny de les descrites per a les estructures-objectiu. En general, caldrà fer diverses intervencions successives per canviar progressivament les condicions i les dinàmiques, a més d'aplicar puntualment actuacions silvícoles que no s'ajustin estrictament als criteris generals, però que siguin necessàries per iniciar o accelerar el canvi, com, per exemple, estassades intenses, aclarides mixtes amb tallada d'arbres per diàmetre o per distribució, etc.*

## 2.2. Silvicultura aplicada a la XPN: implementació i caracterització

La implementació d'actuacions de silvicultura adaptativa i naturalística en finques de la XPN s'ha fet en 3 rodals dels 5 previstos inicialment (Figura 2): alzinar a **La Trauna**, castanyeda a **Can Preses** i pineda a **Montesquiu**. En aquests rodals s'ha instal·lat una xarxa de 10 parcel·les de seguiment silvo-dasomètric i 6 parcel·les de seguiment ecològic (3 intervingudes i 3 control, és a dir, sense intervenció). El seguiment complet d'aquestes parcel·les (inventari abans de la intervenció, just després d'aquesta i al cap de 2 períodes vegetatius) s'ha pogut completar en 10 parcel·les distribuïdes en 2 rodals:

- Castanyeda de Can Preses (Parc del Montnegre i el Corredor, 10 ha, codi C2.21): 3 parcel·les silvo-dasomètriques i 2 parcel·les ecològiques.
- Pineda de Montesquiu (Parc del Castell de Montesquiu, 10 ha, codi C4.22): 3 parcel·les silvo-dasomètriques i 2 parcel·les ecològiques.

A l'alzinar de La Trauna (Parc Natural i Reserva de la Biosfera del Montseny, codi C1.21) i a algunes parcel·les de Can Preses no ha estat possible completar tota la sèrie d'inventaris degut a diverses incidències, especialment l'impacte de la tempesta Glòria (gener 2020).

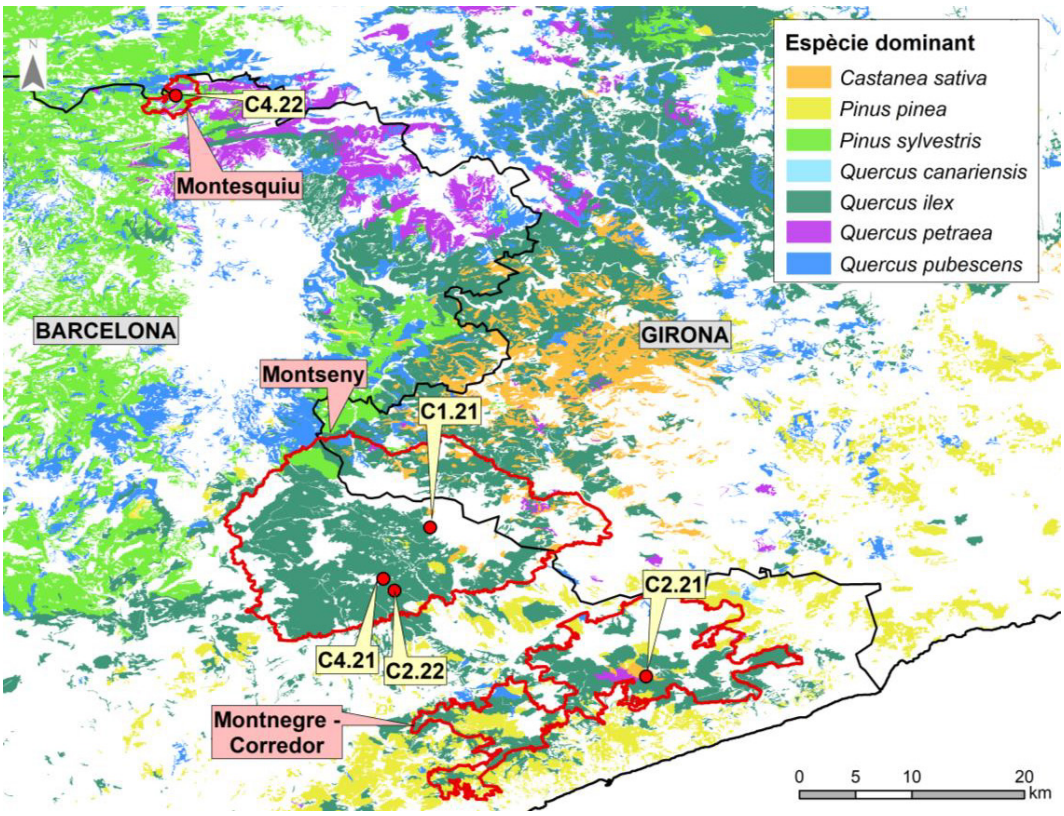



*Figura 2. Ubicació dels rodals dela XPN de la Diputació de Barcelona inicialment considerats per a la implementació de les actuacions silvícoles innovadores.*

Es descriuen a continuació les actuacions silvícoles realitzades als tres rodals de la XPN a on s'ha fet seguiment, i també un resum dels resultats globals obtinguts per formació al conjunt dels rodals demostratius del LIFE MixForChange.

# ALZINAR

**Rodal: La Trauna, Parc Natural i Reserva de la Biosfera del Montseny** **Superfície actuada: 2 ha**

**Descripció de l'estructura de partida i l'objectiu específic de la intervenció**

Massa mixta d'alzina amb faig, castanyer, roure, pi i altres espècies acompanyants, heterogènia segons orientació i posició fisiogràfica, amb més presència de faig i altres planifolis a les orientacions nord i en tarteres. Estructura regularitzada per la capitalització de l'alzinar. L'alzina és al seu límit superior de distribució i el faig al seu límit inferior, encara que l'alzina es desenvolupa adequadament i la qualitat d'estació és mitjana-alta, i inferior per al faig o el castanyer. Es poden trobar peus d'alzina de bona conformació (possible destí a serra, amb possibilitat de fer-ne parquet).

L'objectiu de la intervenció és potenciar la **producció de fusta de qualitat d'alzina i dels planifolis d'interès i avançar cap a una estructura més heterogènia i diversa** tot rebaixant el grau de capitalització general.

**Caracterització silvodasomètrica** **Model ORGEST de referència: Qii01**

| Fcc total | $H_0$ | Hm | Dg total | AB total | Densitat total | Densitat peus menors | AB sp principal | Fcc sp principal | Recob. matoll | Alçada matoll |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *%* | *m* | *m* | *cm* | *$m^2$/ha* | *peus/ha* | *peus/ha* | *%* | *%* | % | m |
| 100 | 15 | 13 | 25 | 35 | 800 | 100 | 86 | 85 | 20 | 2 |

**Actuacions implementades**

· **Aclarida selectiva** sobre l'alzina (tipus tallada de selecció), centrada en les CD 20 a 30 amb **selecció de tanys** d'alzina no inventariables; selecció de tanys de castanyer, deixant els millors 1-2 rebrots/soca, sempre actuant sobre soques amb peus vius. AB total a mantenir de 25 $m^2$/ha (AB a extreure fins al 30%).

· Durant l'aclarida i la selecció de tanys s'eliminen peus d'alzina, castanyer o pinassa que siguin **competidors directes per capçada** de peus inventariables (Dn >7,5 cm) de freixe, roure, faig o altres planifolis d'interès, i peus de futur d'alzina (1-2 competidors per arbre de futur a alliberar).

· **Estassada selectiva** on s'elimina només el matoll necessari per facilitar l'accessibilitat dels treballs. Si cal eliminar individus de bruc i arboç es mantenen 1-3 peus/soca. Es mantenen els peus d'espècies productores de fruit carnós i no s'actua sobre peus d'espècies arbòries.

· Es **marquen** els arbres a tallar i els arbres a afavorir.

**Valoració de les actuacions**

Les actuacions s'han pogut implementar d'acord amb la planificació prevista, si bé no es va poder completar el seguiment previst degut a l'impacte de la tempesta Glòria.

Resultats generals trobats en els alzinars del MixForChange

En el projecte MixForChange s'ha intervingut en 7 rodals demostratius d'alzinar, en unes 33 ha en total. L'àrea basal extreta mitjana (28,2 ± 8,8%) es va ajustar a la planificada (20-30%), amb valors més alts als rodals amb més àrea basal inicial. La densitat extreta mitjana va ser del 41% i les existències varen passar de 144 a 109 $m^3$/ha. Als alzinars, el 66% dels arbres de futur varen ser seleccionats pel seu interès des del punt de vista de conservació de la biodiversitat, mentre que el 34% restant ho va ser pel seu potencial per produir fusta de qualitat. Per últim, el recobriment del sotabosc va passar del 58% al 21%.

**Vista del rodal abans d'actuació.**

# CASTANYEDA

**Rodal: Can Preses, Parc del Montnegre i el Corredor** **Superfície actuada: 10 ha**

**Descripció de l'estructura de partida i l'objectiu específic de la intervenció**

Massa mixta de castanyer i avellaner amb roure, cirerer i altres espècies acompanyants, heterogènia segons micro-estacions. Estructura regularitzada als estrats de castanyer i avellaner, amb peus grans de roure i cirerer aïllats o en grups petits. Qualitat d'estació mitjana-baixa per al castanyer, bona per a l'avellaner i mitjana per al roure, el cirerer i altres planifolis d'interès.

L'objectiu és **potenciar la regeneració natural de roure, cirerer i altres planifolis d'interès** amb una intervenció que faciliti l'entrada parcial de llum (mitja ombra). Alhora, s'aprofita l'estrat d'acompanyament de castanyer i avellaner per promoure una bona conformació dels peus seleccionats i mantenir un microambient favorable per a la fauna i flora singulars del lloc (liró gris, marcòlic, etc).

**Actuacions implementades** **Model ORGEST de referència: Cs01**

· **Selecció de tanys** de castanyer, avellaner i, puntualment, d'alzina, deixant en peu almenys la meitat dels tanys (els més vitals i centrals de cada soca), per afavorir l'entrada de llum i la regeneració, sempre actuant sobre soques amb peus vius. AB total a mantenir de 20 $m^2$/ha (AB a extreure fins al 25%).

· Durant la selecció detanys també **s'eliminen peus que siguin competidors directes per capçada** de peus inventariables (Dn >7,5 cm) de freixe i altres planifolis d'interès, incloent-hi alzina (eliminació d'1-2 competidors per arbre a alliberar).

· Puntualment, es fa una **estassada selectiva** eliminant el matoll que superi 1,3 m d'alçada (tallant per la base). En el cas de bruc i arboç es mantenen 1-3 rebrots/soca. Es mantenen els peus d'espècies productores de fruit carnós que no dificultin el desenvolupament de peus d'espècies arbòries. No s'actua sobre peus d'espècies arbòries.

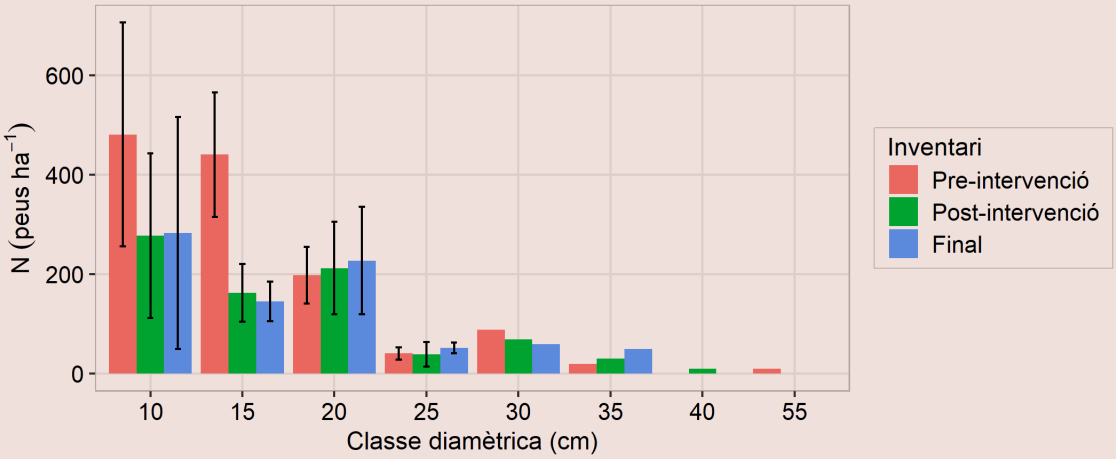
· Es fa un **marcatge demostratiu** de la tallada en una part del rodal, per transferir els criteris.

**Seguiment silvodasomètric abans i després de la intervenció**

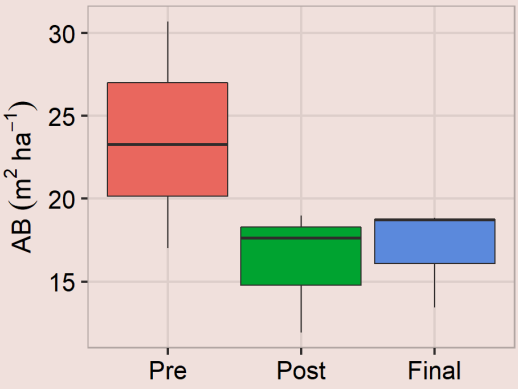
| Parcel·la | Abans del tractament | | | | | | Després del tractament | | | | | | AB extreta (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (peus/ha) | Dg (cm) | AB ($m^2$/ha) | Ho (m) | RS (%) | HS (m) | N (peus/ha) | Dg (cm) | AB ($m^2$/ha) | Ho (m) | RS (%) | HS (m) | |
| C2.21.P3 | 1.305 | 14,4 | 23,3 | 13,9 | 50 | 6 | 764 | 16,8 | 17,6 | 14,2 | 20 | 2 | 24,5 |
| C2.21.P4 | 963 | 18,4 | 30,7 | 14,3 | 40 | 4 | 609 | 19,9 | 19,0 | 14,0 | 20 | 2 | 38,1 |
| C2.21.P6 | 1.287 | 11,7 | 17,0 | 13,6 | 50 | 5 | 806 | 13,5 | 11,9 | 13,8 | 20 | 2 | 30,0 |
| **Total** | **1.185** | **14,8** | **23,7** | **13,9** | **45** | **5** | **726** | **16,7** | **16,2** | **14,0** | **20** | **2** | **30,9** |

N: densitat; Dg: diàmetre mitjà quadràtic; AB: àrea basal; Ho: alçada dominant; RS: recobriment del sotabosc (matollar i peus menors); HS: alçada mitjana del sotabosc.

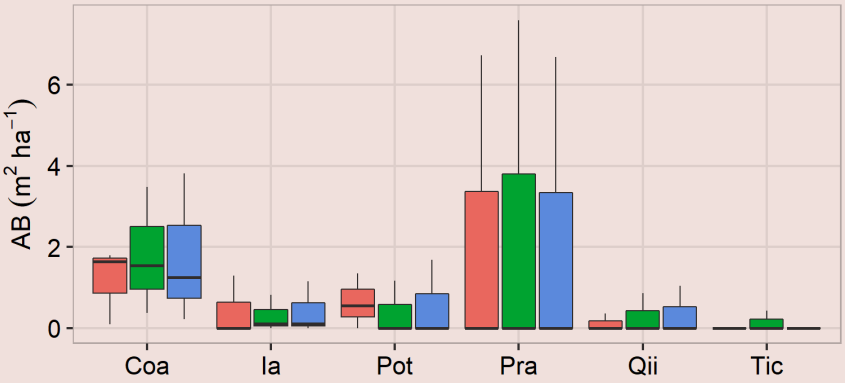
| | Espècie principal: castanyer | | | Espècie secundària 1: cirerer | | | Espècie secundària 2: avellaner | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) |
| Abans | 932 | 19,1 | 80,7 | 36 | 2,5 | 10,6 | 236 | 1,8 | 7,6 |
| Després | 401 | 10,7 | 66,2 | 33 | 2,2 | 13,6 | 161 | 1,2 | 7,4 |




Distribució diametral total de les 3 parcel·les de castanyeda, als inventaris just abans i just després de la intervenció, i a l'inventari final (2 períodes vegetatius després d'aquesta)

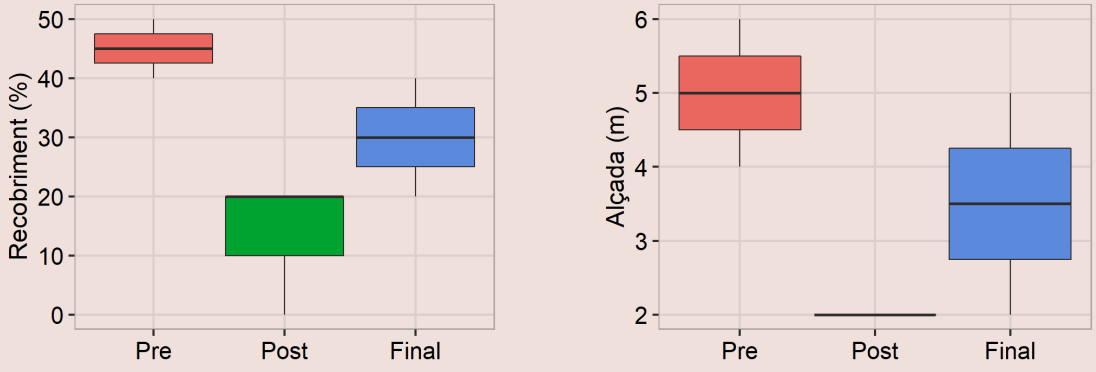



Àrea basal total de les 3 parcel·les de castanyeda




Coa: *Corylus avellana*
Ia: *Ilex aquifolium*
Pot: *Populus tremula*
Pra: *Prunus avium*
Qii: *Quercus ilex*
Tic: *Tilia cordata*

Àrea basal de les espècies acompanyants a les 3 parcel·les de castanyeda




Recobriment i alçada mitjans del sotabosc a les 3 parcel·les de castanyeda

**Vista interior del rodal abans de l'actuació.**

**Aspecte del bosc després de la intervenció.**

### Valoració de les actuacions

La intensitat de les intervencions s'ha ajustat a la prescripció de reducció del 20-30% de l'àrea basal en les parcel·les P3 i P6. En canvi, a la parcel·la P4 s'ha aplicat una intensitat superior, degut a que es tractava d'una massa més capitalitzada i amb una AB inicial elevada (30,7 $m^2$/ha). La reducció de la densitat ha estat en torn al 35-40%, amb el valor més alt a la parcel·la més densa (P3). El diàmetre normal mitjà s'ha vist incrementat de forma generalitzada en totes les parcel·les amb la intervenció, mentre que l'alçada dominant gairebé no ha variat. Tot i la intensitat moderada, la tallada afavoreix l'entrada de llum al sòl per induir certa regeneració de planifolis d'interès.

La realització de la intervenció va requerir molt acompanyament inicial, ja que el marcatge de tot el rodal era inviable i el de la zona demostrativa no va ser suficient per a la formació de les colles. El concepte més difícil de transferir va ser la necessitat de mantenir els peus dominats per fer ombra lateral als arbres d'interès per a la producció de fusta de qualitat, combinat amb la selecció de tanys del castanyer, tot mantenint, alhora, una certa arribada de llum al sòl. A l'inventari final s'observa certa aparició de plançons de roure, cirerer i castanyer.

Resultats generals trobats en les castanyedes del MixForChange

En el projecte MixForChange s'ha intervingut en 15 rodals demostratius de castanyeda, amb unes 46 ha en total. L'àrea basal extreta (21,6 ± 11,8%) es va ajustar a la planificada (20-30%). La densitat extreta mitjana va ser del 32% i les existències varen passar de 164 a 136 $m^3$/ha. A les castanyedes, el 68% dels arbres de futur varen ser seleccionats pel seu potencial per produir fusta de qualitat, mentre que el 32% restant ho va ser pel seu interès des del punt de vista de conservació de la biodiversitat. Per últim, el recobriment del sotabosc va passar del 45% al 20%.

## PINEDA

**Localització: Montesquiu, Parc del Castell de Montesquiu** **Superfície actuada: 10 h**

**Descripció de l'estructura de partida i l'objectiu específic de la intervenció**

Massa mixta de pi roig regularitzat i amb discontinuïtats puntuals, amb subvol de mida diversa de roure, auró, blada, servera, faig i altres planifolis d'interès, en barreja homogènia dins del rodal.

L'objectiu és potenciar l'establiment i el desenvolupament de planifolis productors de fusta de qualitat.

**Actuacions implementades** **Model ORGEST de referència: Ps08**

· **Aclarida** sobre pi roig, faig i altres espècies de l'estrat dominant i codominant: s'elimina 1 competidor directe sobre un conjunt de 350 peus/ha dominants i codominants de bona conformació (5,5 - 6 m entre arbres), tot mantenint un subvol de servei sobretot al voltant dels roures promoguts (degut a la seva tendència a generar brots epicòrmics). AB total a mantenir de 20 $m^2$/ha (AB a extreure fins a 25%).

· Durant l'aclarida, també, **s'eliminen peus competidors directes per capçada** de peus inventariables (Dn >7,5 cm) de bona conformació de *Sorbus* sp., *Acer* sp., roure o altres planifolis d'interès (eliminació d'1-2 competidors per arbre a alliberar). També es poden seleccionar peus de faig i pi roig com a arbres de futur d'alt vigor i bona conformació. També s'alliberen puntualment i de manera suau peus d'espècies poc representades, com ara til·ler, grèvol i teix.

· **Estassada selectiva** reduint el recobriment del matoll de >1,3 m d'alçada (tallant per la base) fins deixar un 25% de cobertura, per trencar la continuïtat vertical del combustible. En soques de boix amb peus de port arbori es fa una selecció de tanys mantenint 1 rebrot/soca. En soques d'avellaner es mantenen 3-4 rebrots/soca. Es mantenen alguns peus d'espècies productores de fruit carnós que no dificultin el desenvolupament de peus de espècies arbòries. No s'actua sobre peus d'espècies arbòries.

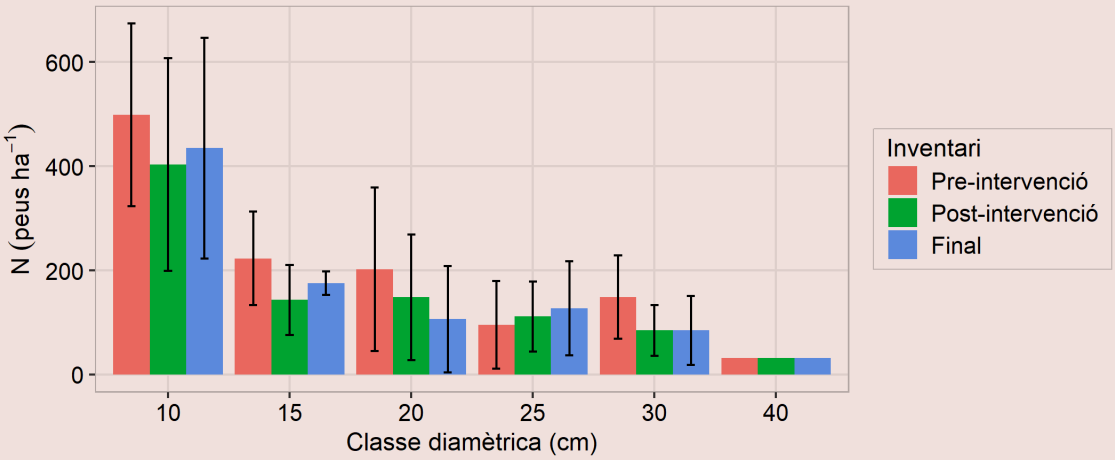
· És fa un **marcatge complet** de l'actuació senyalant els arbres seleccionats per afavorir i els arbres a tallar.

**Seguiment silvodasomètric abans (Pre) i després (Post) de la intervenció**

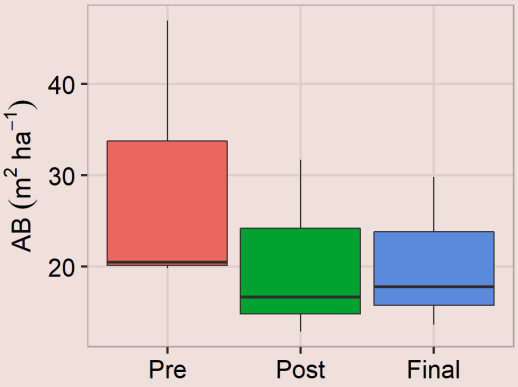
| Parcel·la | Abans del tractament | | | | | | Després del tractament | | | | | | AB extreta (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (peus/ha) | Dg (cm) | AB ($m^2$/ha) | Ho (m) | RS (%) | HS (m) | N (peus/ha) | Dg (cm) | AB ($m^2$/ha) | Ho (m) | RS (%) | HS (m) | |
| C4.22.P1 | 796 | 17,8 | 19,8 | 16,4 | 60 | 2 | 509 | 17,4 | 12,9 | 15,9 | 40 | 2 | 34,9 |
| C4.22.P2 | 732 | 18,5 | 20,5 | 14,9 | 60 | 2 | 573 | 18,8 | 16,7 | 14,0 | 40 | 2 | 18,5 |
| C4.22.P3 | 1.783 | 18,3 | 47,0 | 16,2 | 50 | 2 | 1.369 | 17,2 | 31,7 | 16,0 | 40 | 2 | 32,6 |
| **Total** | **1.104** | **18,2** | **29,1** | **15,8** | **55** | **2** | **817** | **17,8** | **20,4** | **15,3** | **40** | **2** | **28,7** |

N: densitat; Dg: diàmetre mitjà quadràtic; AB: àrea basal; Ho: alçada dominant; RS: recobriment del sotabosc (matollar i peus menors); HS: alçada mitjana del sotabosc

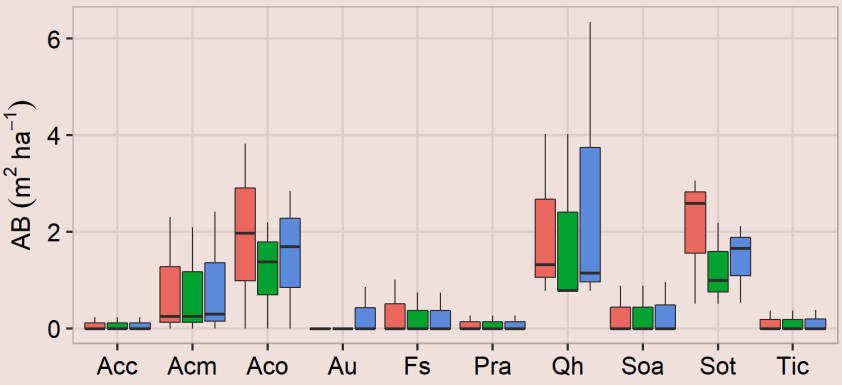
| | Espècie principal: pi roig | | | Espècie secundària 1: blada | | | Espècie secundària 2: moixera de pastor | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) | N (peus/ha) | AB ($m^2$/ha) | AB (%) |
| Abans | 467 | 21,3 | 71,8 | 117 | 1,9 | 7,8 | 159 | 2,1 | 7,4 |
| Després | 318 | 15,6 | 68,7 | 64 | 1,2 | 7,1 | 127 | 1,2 | 7,7 |




Distribució diametral total de les 3 parcel·les de pineda, als inventaris just abans i just després de la intervenció, i a l'inventari final (2 períodes vegetatius després d'aquesta)

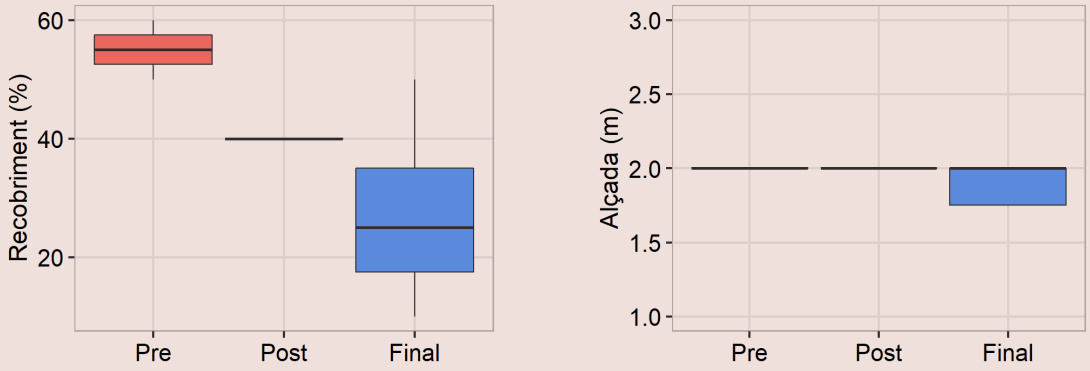



Àrea basal total a les 3 parcel·les de pineda




Acc: *Acer campestre*
Acm: *Acer monspessulanum*
Aco: *Acer opalus*
Au: *Arbutus unedo*
Fs: *Fagus sylvatica*
Pra: *Prunus avium*
Qh: *Quercus pubescens*
Soa: *Sorbus aucuparia*
Sot: *Sorbus torminalis*
Tic: *Tilia cordata*

Àrea basal de les espècies acompanyants




Recobriment i alçada mitjans del sotabosc a les 3 parcel·les de pineda

**Rodal abans de l'actuació.**

**Rodal després de l'actuació**

**Valoració de les actuacions**

La intensitat de les intervencions s'ha ajustat en general a la prescripció de reducció del 20-30% de l'àrea basal, amb més reducció com més alta era l'AB inicial. Puntualment s'ha extret més àrea basal de la planificada quan es requeria alliberar arbres d'alt interès amb competència de peus de pi de grans dimensions poc vitals.

S'han afavorit peus de planifolis de diferents espècies i mides, si bé la conformació actual prevalent dels de més gran dimensió és deficient degut a la competència del dosser de pins durant un període prolongat. El potencial de producció de fusta de qualitat se centra, per tant, en els planifolis joves i en els què es vagin instal·lant gràcies a les actuacions. El marcatge ha estat complet a tot el rodal, i s'ha vist dificultat per l'escassetat de peus de planifolis d'interès. El canvi a l'estructura és poc visible sobre l'estrat de planifolis però sí és evident en la reducció del sotabosc i de la densitat del dosser de pins. Els pins romanents presenten més bona vitalitat que els extrets i encara podrien ser objecte de producció de fusta en futures actuacions, allà a on els peus de planifolis no puguin prosperar i mostrar el potencial de l'estació.

Resultats generals trobats en les pinedes del MixForChange

En el projecte MixForChange s'ha intervingut en 9 rodals demostratius de pineda, amb unes 62 ha en total. L'àrea basal extreta (21,9 ± 15,8%) es va ajustar al que s'havia planificat (20-25%, en general), tot i que amb certa variabilitat entre les diferents zones de treball, amb un pes decreixent a Bellmunt-Collsacabra, Montseny, Montnegre-Corredor i el Ripollès. La densitat extreta mitjana va ser del 29% i les existències varen passar de 162 a 103 $m^3$/ha. A les pinedes, el 64% dels arbres de futur varen ser seleccionats pel seu potencial per produir fusta de qualitat, mentre que el 36% restant ho va ser pel seu interès des del punt de vista de conservació de la biodiversitat. Per últim, el recobriment del sotabosc va passar del 70% al 28%.

# 3

# Resultats de l'aplicació d'una silvicultura adaptativa i naturalística a la XPN

Aquest apartat mostra els resultats dels principals indicadors silvo-dasomètrics i ecològics relacionats amb la capacitat d'adaptació al canvi climàtic i amb els serveis ecosistèmics més rellevants. Es presenten els resultats trobats als rodals de replicació a la XPN (Diputació de Barcelona) i els obtinguts al conjunt de rodals MixForChange, que serveixen per posar aquests resultats en context.

## 3.1. Efecte de la silvicultura MixForChange en indicadors d'adaptació al canvi climàtic

L'estudi de l'efecte de la silvicultura MixForChange sobre indicadors d'adaptació es basa en el seguiment de la vitalitat, la biodiversitat, la vulnerabilitat a incendis forestals i el balanç hídric de les masses intervingudes.

La presa de dades s'ha fet en una xarxa de 71 parcel·les permanents de seguiment peu a peu, amb un radi d'entre 10-13 m, distribuïdes entre els diferents rodals intervinguts. D'aquestes, 6 parcel·les (3 de castanyeda i 3 de pineda) corresponen als rodals de replicació a la XPN, com s'ha esmentat prèviament. Per últim, 14 d'aquestes 71 parcel·les porten associada una parcel·la control bessona addicional, en les quals no s'ha realitzat cap intervenció, per comparar l'evolució de les masses en absència de tractament. En el cas dels rodals de la XPN, hi ha 2 parells de parcel·les bessones (4 en total).

### Vitalitat de la massa: creixement

El creixement diametral és un dels principals indicadors de la vitalitat de l'arbrat i de la seva resposta a la silvicultura aplicada. Aquesta variable s'ha estudiat comparant el diàmetre inicial i final dels arbres de les 2 parcel·les dobles intervingudes i control, a més del seguiment detallat de 79 arbres mitjançant dendròmetres, la meitat dels quals s'instal·len a l'espècie principal i l'altra meitat a les espècies acompanyants més abundants.

> ***Resultats generals del MixForChange***
>
> *Tot i la moderada intensitat de les intervencions i el breu període de seguiment,* ***la reacció de la majoria de les espècies en forma d'increment del creixement en diàmetre, en comparació amb les parcel·les control, ha estat notable****. És el cas de l'alzina, els pins pinyer i roig o espècies esporàdiques com l'auró, el freixe i la moixera de pastor. Altres espècies, com els roures martinenc o africà o el cirerer, mostren una reacció variable en funció de la formació. El castanyer, i en general les espècies acompanyants dins les castanyedes, tot just han reaccionat a les intervencions, probablement degut a que en aquesta formació s'han promogut peus que ja eren molt dominants (quercines, cirerers, castanyers).*

La castanyeda de Can Preses i la pineda de pi roig de Montesquiu no mostren en general un increment notable del creixement a la parcel·la tractada respecte la no tractada (control)(Figura 3). En el cas de la pineda, espècies acompanyants com la blada i la moixera de pastor sí han reaccionat positivament a la intervenció, amb un creixement superior en la parcel·la tractada que en la control. Això és degut a la promoció (alliberament) dels peus ben conformats d'aquestes espècies de planifolis acompanyants amb potencial per produir fusta de gran valor, i que també es poden seleccionar com a espècies escasses pel seu interès per a la biodiversitat.

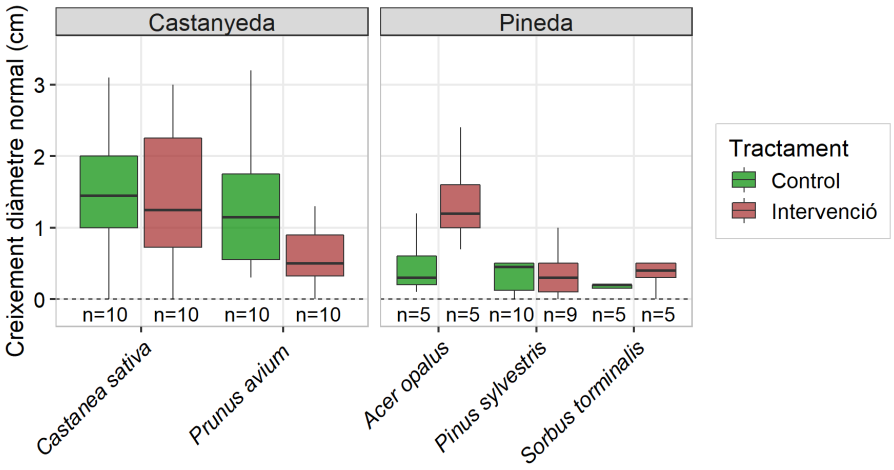



*Figura 3. Creixement diametral de l'espècie principal i de les acompanyants més freqüents en els rodals de replicació de la XPN, 2 períodes vegetatius després de la intervenció silvícola. Control: parcel·les no intervingudes. Intervenció: parcel·les intervingudes.*

Seguiment del creixement diametral d'un arbre amb dendròmetre (dalt), i aparell enregistrador de la humitat del sòl (centre) i cablejat de connexió amb les sondes enterrades (baix).

## Indicadors de biodiversitat

### Riquesa florística

La riquesa d'espècies dels estrats arbori i del sotabosc s'ha avaluat mitjançant el seu nombre total i la seva equitativitat, la qual indica si les espècies tenen una representativitat més o menys similar o si unes poques espècies tenen una gran predominança sobre la resta (índex de Pielou, 1966). Aquestes variables s'han estudiat comparant els inventaris inicial (previ a la intervenció) i final (dos períodes vegetatius després).

> ***Resultats generals del MixForChange***
>
> ***La silvicultura aplicada ha permès mantenir el nombre d'espècies de l'estrat arbori i no s'ha observat cap efecte en l'equitativitat d'espècies.*** *El nombre mitjà d'espècies arbòries acompanyants és 4,0 ± 1,5 en alzinars, 3,5 ± 1,4 en castanyedes, 4,9 ± 1,5 en rouredes i 5,3 ± 1,9 en pinedes. De la mateixa manera, en els estrats arbustiu i herbaci les intervencions tampoc no han donat lloc a una reducció del nombre total d'espècies, però sí se n'ha regulat la proporció relativa, amb una reducció de les més piròfiles i d'interès menor per a la fauna.*

Als rodals de la XPN, els tractaments també han mantingut en general la diversitat d'espècies. La Figura 4 mostra l'evolució en un termini de 2 anys de la riquesa total d'espècies del estrats arbori, arbustiu i herbaci d'una parcel·la tractada, en relació a una parcel·la control (no intervinguda). Tant la castanyeda com la pineda, mantenen pràcticament igual la riquesa, tant al rodal tractat como al no tractat, amb una lleugera reducció del nombre d'espècies (de 15 a 13) a la castanyeda tractada. En el cas de la pineda (Figura 4) la diversitat d'espècies es manté (de l'ordre de 25-30 espècies). D'altra banda, les actuacions en la castanyeda han reduït la dominància de les espècies arbustives i herbàcies més abundants, de manera que altres espècies tenen ara més presència relativa (s'afavoreix la diversificació), un efecte que no s'ha observat en la pineda.

Les intervencions també han permès reduir el percentatge de l'àrea basal total aportat per l'espècie principal, el qual ha passat, entre els inventaris inicial i final, del 81% al 68% en la castanyeda i del 72% al 62% en la pineda. Així, les espècies acompanyants tenen ara un pes més important al conjunt de la massa i per tant amb la gestió aplicada s´ha aconseguit promoure encara més la condició de bosc mixt.

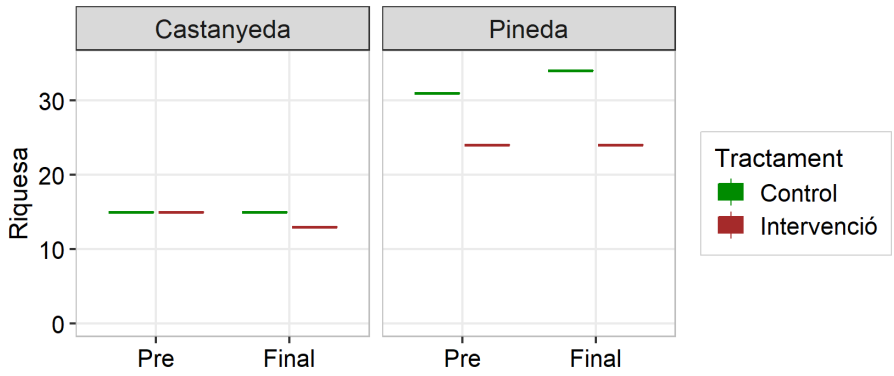



*Figura 4. Efecte de la intervenció en les diferents tipologies forestals de la XPN sobre la riquesa d'espècies de tota la massa, incloent l'estrat arbori, arbustiu i herbaci. 'Pre' és l'inventari realitzat abans de la intervenció i 'Final' és l'inventari realitzat 2 períodes vegetatius després de la intervenció.*

Regeneració de moixera de pastor en una massa amb alta diversitat florística.

**Índex de Biodiversitat Potencial (IBP)**

L'IBP és un indicador indirecte de la capacitat d'un hàbitat forestal per acollir espècies animals, vegetals i fúngiques a partir de deu factors estructurals. La versió de l'IBP aplicada a 32 rodals del MixForChange va ser la de CPF (2019), una versió en desenvolupament de l'IBP adaptat a les particularitats del bosc mediterrani (Baiges *et al.*, 2019). Dels deu factors que composen l'IBP, set són modificables per la gestió forestal i tres més corresponen al context de la forest. Cada factor es puntua amb 0, 2 o 5 punts en funció d'una sèrie d'indicadors avaluats durant un recorregut pericial pel rodal. La suma de puntuacions de tots els factors dona lloc al valor d'IBP total, que es pot expressar en valor absolut (puntuació total) o relatiu (percentatge de punts obtinguts respecte la puntuació màxima possible).

***Resultats generals del MixForChange***

***L'aplicació de la silvicultura MixForChange ha mantingut en general els valors inicials de l'IBP,** amb disminucions de l'IBP-gestió inferiors al 2% en pinedes i rouredes i del 8-9%, en castanyedes i alzinars, respectivament. En tot cas, l'índex emprat (IBP) està dissenyat per a una avaluació a mitjà termini i, per tant, els resultats s'han de considerar com una primera aproximació.*

L'IBP ha estat avaluat en els rodals de la XPN abans de les intervencions, però no després, i per tant només es pot avaluar la situació inicial (Taula 1). Els indicadors que es poden modificar amb la gestió (IBP-gestió) mostren com la castanyeda XPN presentava un valor inicial d'IBP molt més baix (29%) que el valor del conjunt de les castanyedes MixForChange (64%), a causa de la quantitat superior en aquestes de fusta morta de grans dimensions i d'arbres vius amb dendro-microhàbitats. En canvi, el valor d'IBP context (factors que no es poden alterar amb la gestió) de la castanyeda XPN ha estat lleugerament superior (47%) al del conjunt de castanyedes MixForChange (40%).

En el cas de la pineda XPN el valor IBP-gestió és semblant (57%) al del conjunt de pinedes MixForChange, mentre que IBP-context mostra un valor superior (47%) al del conjunt de pinedes MixForChange (36%).

En tots dos casos els rodals XPN presenten potencial per assolir valors globals d'IBP elevats, gràcies a uns valors d'IBP-context superiors a la mitjana MixForChange, si bé és necessari incrementar el valor d'IBP-gestió, especialment en el cas de la castanyeda. Els indicadors que mostren un valor de zero en tots dos casos són la fusta gran morta, tant en peus com al terra, un indicador de maduresa del rodal que es podrà incrementar a mesura que aquests es vagin capitalitzant.

*Taula 1. Valor abans de la intervenció de l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP) als rodals de replicació XPN, i dels factors que el composen. El rang de cada factor és de 0 (mínim) a 5 (màxim). Entre parèntesi es mostren els valors (mitjana i desviació estàndard) per al conjunt de rodals MixForChange.*

| | | Castanyeda | Pineda |
|---|---|---|---|
| **Factors modificables amb gestió** | Factor A- Espècies autòctones | 2 (3,1 ± 2,5) | 5 (5,0 ± 0,0) |
| | Factor B- Estructura vertical de la vegetació | 2 (5,0 ± 0,0) | 5 (4,1 ± 1,5) |
| | Factor C- Fusta gran morta en peus | 0 (2,7 ± 2,6) | 0 (2,4 ± 1,1) |
| | Factor D- Fusta gran morta en sòls | 0 (2,1 ± 1,9) | 0 (1,6 ± 1,8) |
| | Factor E- Arbres vius grans | 2 (2,0 ± 1,6) | 5 (3,0 ± 2,0) |
| | Factor F- Arbres vius amb dendro-microhàbitats | 2 (4,3 ± 1,3) | 5 (2,4 ± 1,1) |
| | Factor G- Espais oberts | 2 (3,1 ± 2,0) | 0 (1,4 ± 1,0) |
| | **IBP-gestió (punts sobre un màxim de 35)** | **10 (22,2 ± 6,0)** | **20 (20,0 ± 3,4)** |
| | **IBP-gestió (%)** | **29 (63,5 ± 17,1)** | **57 (57,1 ± 3,4)** |
| **Factors de context** | Factor H- Continuïtat temporal del bosc | 5 (2,2 ± 0,8) | 2 (1,7 ± 0,8) |
| | Factor I- Mitjans aquàtics | 2 (0,9 ± 1,0) | 0 (1,1 ± 1,1) |
| | Factor J- Mitjans rocosos | 0 (2,8 ± 2,5) | 5 (2,6 ± 1,8) |
| | **IBP-context (punts sobre un màxim de 15)** | **7 (6,0 ± 2,3)** | **7 (5,4 ± 1,1)** |
| | **IBP-context (%)** | **47 (40,0 ± 15,1)** | **47 (36,2 ± 7,6)** |
| **PUNTUACIÓ TOTAL IBP (%)** | | **34 (56,5 ± 9,4)** | **54 (50,9 ± 6,4)** |

Arbre amb un dendromicrohàbitat d'alt interès

**Fusta morta**

La fusta morta pot albergar espècies d'alt interès ecològic, motiu pel qual és un dels indicadors indirectes més importants de la biodiversitat d'un rodal. Convé comptar amb elements diversos de fusta morta (en peus i al sòl, amb un ampli rang de grandàries i fases de descomposició), però sense arribar a una acumulació tal que amenaci la vitalitat i l'estabilitat col·lectives de la massa i la seva vulnerabilitat a les plagues (considerant sobretot els peus moribunds i morts recents) i als incendis. En general, en boscos mediterranis aquest indicador sol ser deficitari en comparació amb altres boscos temperats, i és habitual proposar maximitzar-lo mentre no es comprometin la salut i l'estabilitat del bosc. Es considera un nivell de referència adequat intentar aconseguir entre 20 i 30 m³/ha de fusta morta total (en peus i al sòl) o el 3-8% del volum de fusta viva.

> ***Resultats generals del MixForChange***
>
> ***Les actuacions han permès mantenir una quantitat adequada de fusta morta** si es té en compte la fase actual de desenvolupament de les masses, encara lluny d'una fase de maduresa, sense comprometre'n l'estat sanitari general. Aquesta fusta morta és, a més, diversa pel que fa a les seves característiques (en peu i al sòl), grandària i estats de descomposició. S'espera que, a mesura que s'avanci en la capitalització de les masses amb l'aplicació d'aquesta silvicultura, s'incrementi progressivament la mida de la fusta morta.*

Arbre mort en peu

La fusta morta en peus present a la castanyeda i la pineda XPN abans de la intervenció es caracteritzava per les seves petites dimensions i, en el cas de la castanyeda, per una forta densitat, degut als problemes sanitaris d'aquesta espècie (Figura 5). Aquest tipus de fusta morta petita té un baix interès des del punt de vista de la conservació de la biodiversitat, i es va optar, a la parcel·la d'inventari caracteritzada per a aquesta variable, per tallar-ne una part important (preferentment els peus més petits) per tal de donar espai al regenerat incipient. La situació ha estat semblant a la d'altres castanyedes amb problemes sanitaris del MixForChange.

En cas de la pineda XPN (1 parcel·la d'inventari), es varen respectar els arbres morts en peus a la intervenció, i s'observa un increment entre l'inventari post-intervenció i el final degut a la mort de dos arbres adults (Figura 5). La Taula 2. Característiques dasomètriques de la fusta morta en peus en els rodals de replicació de la DiBa, agrupats per formació, en l'inventari després de les actuacions. mostra un resum de les característiques de la fusta morta en peus i el volum total estimat de fusta morta en peus i al terra després de la intervenció silvícola.

Els valors totals observats es troben molt per sota dels valors de referència de 20-30 m³/ha de fusta morta i 3-8% de ràtio respecte la fusta viva (la castanyeda arriba al 3%, degut al baix nivell de capitalització general). S'espera que, a mig i llarg termini, l'aplicació d'aquesta silvicultura permeti incrementar progressivament la presència d'arbres de grans dimensions, alguns dels quals generaran fusta morta d'alt interès.

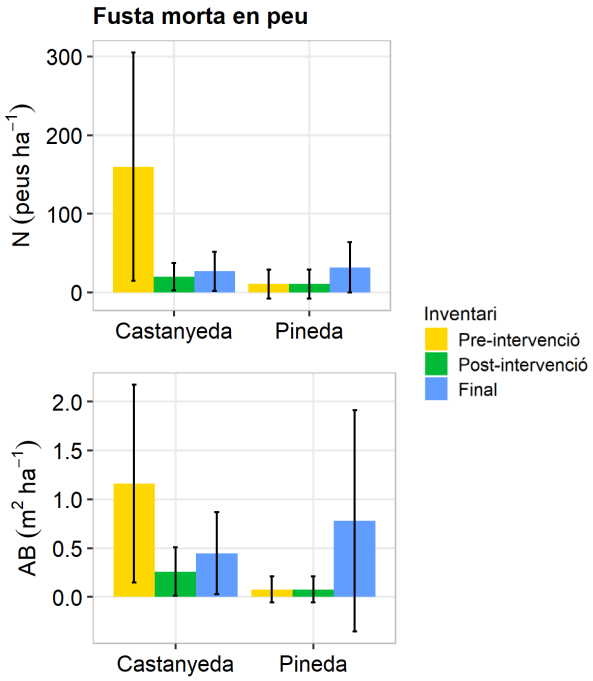



*Figura 5. Efecte de la intervenció sobre la densitat i l'àrea basal de la fusta morta en peus als rodals de replicació de la XPN. "Pre-intervenció": inventari abans de la intervenció; "Post-intervenció": inventari just després de la intervenció; "Final": inventari 2 períodes vegetatius després de la intervenció. La fusta morta tallada ha passat a ser fusta morta al terra.*

*Taula 2. Característiques dasomètriques de la fusta morta en peus en els rodals de replicació de la DiBa, agrupats per formació, en l'inventari després de les actuacions.*

| Formació | Dn mitjà (cm) | Dn màxim (cm) | Volum de fusta morta en peus (m³/ha) | Volum de fusta morta total (m³/ha) | Rati fusta morta total / fusta viva |
|---|---|---|---|---|---|
| Castanyeda | 13,6 | 33,6 | 1,4 | 3,5 | 3,3% |
| Pineda | 9,6 | 9,6 | 0,2 | 0,2 | 0,3% |

## Vulnerabilitat als incendis forestals

Els incendis forestals són la principal pertorbació que modela els sistemes forestals mediterranis. La vulnerabilitat estructural a incendis forestals en els rodals de replicació de la XPN s'ha avaluat en 7 parcel·les d'inventari (4 en castanyeda i 3 en pineda), classificades mitjançant la metodologia TVFoC (tipus d'estructura forestal segons la seva vulnerabilitat al foc de capçades; Piqué *et al*., 2011). Aquesta metodologia avalua el risc que un incendi de superfície esdevingui un incendi de capçades d'alta intensitat, en funció del recobriment de diferents tipus de combustible i de la distància entre ells. Les categories de vulnerabilitat són tres (Figura 6): A (alta), B (moderada) o C (baixa).

*Figura 6. Tipus de vulnerabilitat al foc de capçades (Piqué et al., 2011)*

***Resultats generals del MixForChange***

***Les intervencions han aconseguit generar estructures amb una vulnerabilitat menor al foc de capçades en la majoria dels casos.*** *La proporció de parcel·les millorades i empitjorades immediatament després de la intervenció han estat, respectivament: 44% i 0%, en alzinars; 56% i 22%, en castanyedes; 39% i 17%, en rouredes; i 25% i 19%, en pinedes. No obstant això, l'evolució d'aquest indicador després de dos o tres períodes vegetatius és variable segons la formació: en alzinars i castanyedes, la millora aconseguida es perd en gran mesura degut al rebrot de les espècies principals, mentre que en rouredes i pinedes es continua reduint espontàniament la vulnerabilitat entre l'inventari post-intervenció i l'inventari final.*

Els rodals de la XPN presentaven, abans de la intervenció, una vulnerabilitat variable: entre alta i baixa a les castanyedes, baixa a les pinedes. Els tractaments silvícoles han aconseguit reduir la vulnerabilitat estructural a incendis en una de les quatre parcel·les de castanyer, mentre que en les altres dues en les quals es disposa de dades pre- i post-intervenció s'ha mantingut el nivell de vulnerabilitat intermedi o baix (Figura 6). En les pinedes l'única parcel·la de la qual es disposa de dades d'aquesta variable al llarg dels diferents inventaris mostra com la vulnerabilitat es manté baixa al llarg del temps (Figura 7). Aquest rodal va presentar una forta incidència de l'eruga del boix (*Cydalima perspectalis*), la qual ha reduït el desenvolupament del boix i la seva capacitat de resposta a l'estassada.

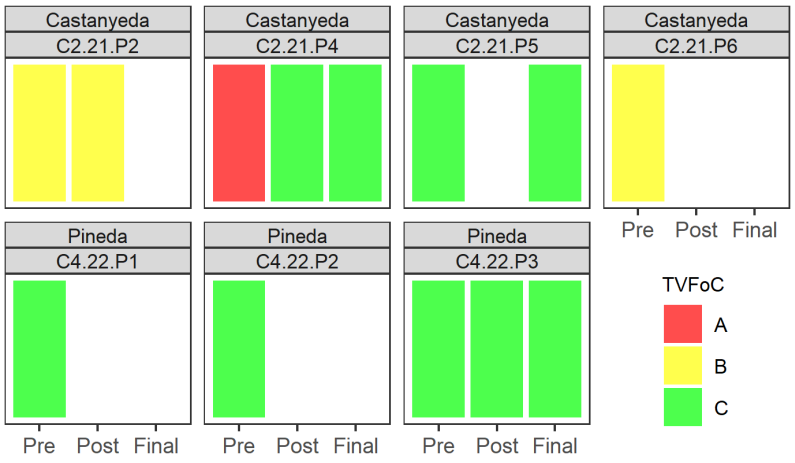



*Figura 7. Efecte de la intervenció en la vulnerabilitat estructural a incendis de capçades (TVFoC) de les diferents formacions forestals i parcel·les de la XPN. Les categories de vulnerabilitat són alta (A), moderada (B) i baixa (C). 'Pre' és l'inventari realitzat abans de la intervenció, 'Post' és l'inventari realitzat immediatament després de la intervenció i 'Final' és l'inventari realitzat 2 períodes vegetatius després de la intervenció.*

## Efecte sobre el balanç hídric

La disponibilitat hídrica és el principal factor limitador de la producció primària al Mediterrani, i la previsió d'una disponibilitat decreixent en el futur dona al balanç hídric un paper essencial que cal tenir en compte en la gestió dels ecosistemes forestals. La disponibilitat hídrica del sistema es pot estimar amb la mesura directa amb sensors d'humitat del sòl o bé mitjançant simulacions amb models eco-fisiològics.

> ***Resultats generals del MixForChange***
>
> ***La silvicultura MixForChange millora el balanç hídric de totes les formacions forestals, atès que redueix la transpiració i augmenta l'escolament o aigua blava.*** *En concret, s'observa un efecte favorable de la silvicultura aplicada, especialment en pinedes (+17% de mitjana) i, en menor mesura, en rouredes i alzinars (+6% en tots dos casos). En castanyedes, l'efecte és poc marcat (+2%). Aquest balanç s'ha calculat en base al model Medfate (De Càceres et al. 2021) de funcionament eco-fisiològic de la vegetació.*

## Efecte sobre la regeneració

La silvicultura aplicada permet promoure la regeneració contínua al bosc, especialment en aquells rodals a on es vol acompanyar un canvi progressiu d'espècie principal (ex: castanyedes de baixa vitalitat). Tot i el curt període de seguiment després de l'aplicació de les intervencions, aquestes han tingut un efecte positiu sobre l'aparició de regenerat (Figura 8).

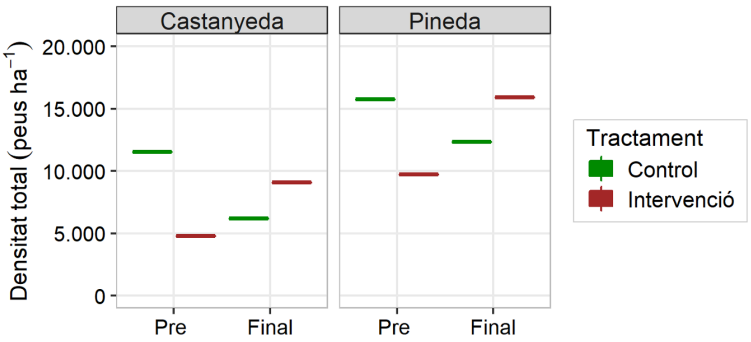



*Figura 8. Densitat de regeneració: suma dels individus de totes les espècies de l'estrat juvenil i regenerat abans de la intervenció ("Pre") i 2 ó 3 períodes vegetatius després d'aquesta ("Final") al conjunt de castanyedes i pinedes del MixForChange, en parcel·les intervingudes ("Intervenció") i no intervingudes ("Control"). Aquesta densitat ha estat estimada a partir de superfícies de mostreig de 57 $m^2$.*

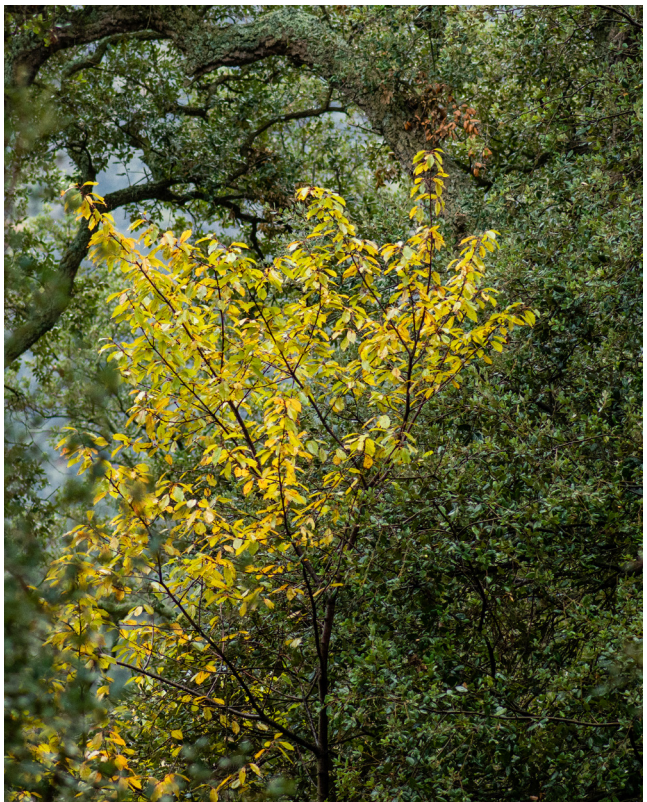
## 3.2. Efecte de la silvicultura MixForChange en el balanç econòmic

Un factor clau que determina el potencial d'aplicació d'aquesta silvicultura és el seu **balanç econòmic**, és a dir, la diferència entre el cost d'implementació i els ingressos generats. Hem estudiat, mitjançant enquestes a les empreses de treballs forestals, el balanç econòmic de la silvicultura implementada al conjunt dels rodals MixForChange en comparació amb el que s'hauria obtingut amb l'aplicació teòrica d'una silvicultura "convencional", és a dir, la que s'empra habitualment a cada àrea de treball.

Tant la silvicultura MixForChange com la convencional presenten, al conjunt d'alzinars, castanyedes i pinedes del projecte, un balanç econòmic negatiu, amb valors mitjans per formació que varien entre -900 i -1.800 €/ha (Figura 9).

El balanç econòmic de la silvicultura MixForChange ha estat, de mitjana, més desfavorable que el de la silvicultura convencional, si bé en els rodals més capitalitzats els resultats han estat semblants.

La silvicultura MixForChange presenta, en general, uns ingressos menors (obtenció de menys producte) i unes despeses més elevades de personal tècnic (marcatge, formació de les colles) i d'estassada (més selectiva) que la silvicultura convencional. En canvi, els costos de treballs forestals (tallada i extracció de fusta) són menors en el cas de la silvicultura MixForChange.



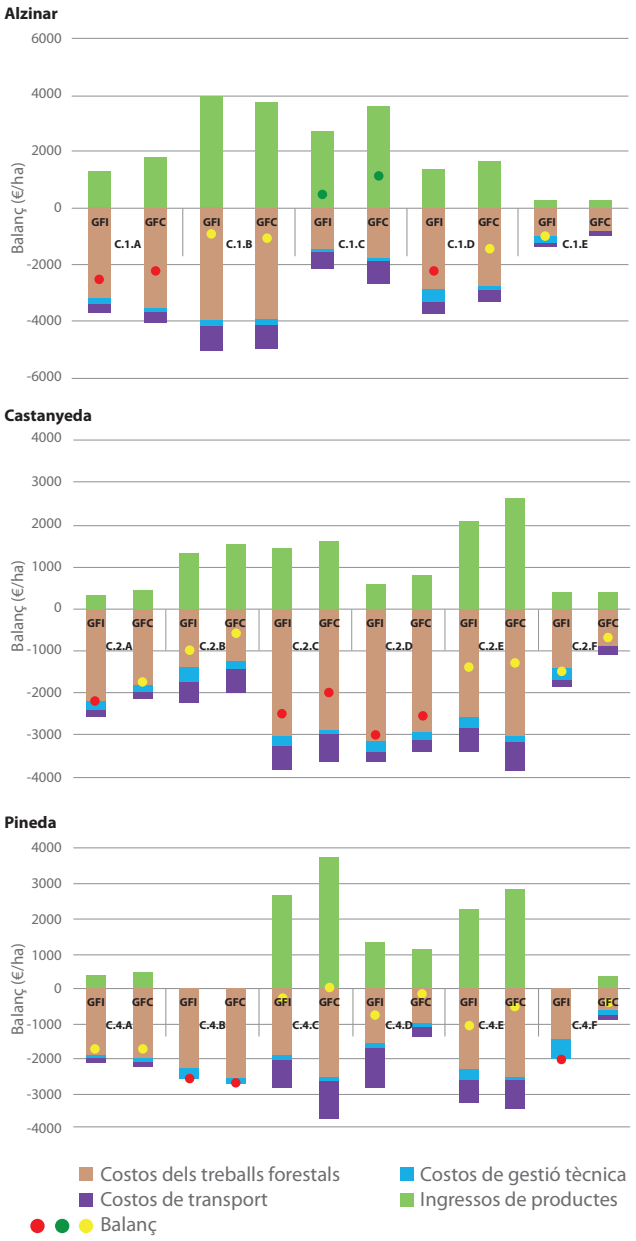



*Figura 9. Balanç econòmic de l'aplicació d'una gestió forestal convencional (GFC) i de la gestió forestal MixForChange o Innovadora (GFI) en diferents tipus de rodals d'alzinar, castanyeda i pineda. Els punts dins de cada columna indiquen el balanç econòmic de la intervenció: positiu (punt verd), negatiu fins a 2.000 €/ha (groc) i negatiu en més de 2.000 €/ha (vermell).*

Aquests són els resultats d'una primera aplicació d'aquest tipus de silvicultura, en masses que presentaven una estructura inicial allunyada de la cercada amb els criteris descrits al Capítol 2 i amb equips de treballs forestals poc familiaritzats amb aquests criteris. Les aplicacions futures dels mateixos principis silvícoles en els rodals demostratius haurien de permetre aconseguir una millora progressiva del balanç econòmic, gràcies a l'abaratiment de la despesa de personal (colles de treballs forestals cada cop més capacitades) i a l'increment progressiu de la disponibilitat de productes fusters d'alt valor afegit.

# 4

# Conclusions de la silvicultura aplicada i el potencial de replicació a la XPN

## 4.1. Conclusions generals de la silvicultura aplicada

**Grau d'acompliment dels objectius de la gestió**

La silvicultura aplicada ha permès avançar, en termes generals, cap a boscos més diversos i més adaptats als principals impactes del canvi climàtic (sequeres i incendis). En el conjunt de rodals del projecte MixForChange, incloent-hi els de replicació a la XPN per la Diputació de Barcelona, s'han obtingut els següents resultats pel que fa als objectius generals marcats amb aquesta silvicultura (esmentats a l'Apartat 2.1):

- **Promoció de la vitalitat i el creixement, especialment dels arbres i espècies de més alt interès econòmic i/o ecològic:** els arbres ubicats a les parcel·les intervingudes mostren una taxa de creixement diametral més elevada que en les parcel·les control, tot i que la intensitat de la intervenció ha estat moderada o baixa. A més, la selectivitat de la intervenció fa que aquesta millora del creixement es concentri en els arbres (i matolls) de més alt interès.
- **Foment de la diversitat d'espècies, d'estructures i grandàries**, creant estructures multiestratificades i favorables a l'acollida de biodiversitat: s'ha mantingut la diversitat florística dels estrats arbrat, arbustiu i herbaci i també s'ha diversificat la massa a escala de microestació, la qual cosa s'espera que permeti incrementar a mitjà termini la diversitat d'espècies, gràcies als ecotons creats. A més, s'ha mantingut en termes generals la capacitat de la massa d'acollir biodiversitat, expressada amb l'IBP.
- **Millora del balanç hídric**: les intervencions han permès reduir la transpiració i augmentar l'aigua blava, és a dir, que s'ha millorat el balanç hídric.
- **Reducció de la vulnerabilitat a incendis forestals**: les intervencions han reduït la vulnerabilitat estructural a incendis forestals a la majoria dels rodals, si bé l'evolució als 2-3 anys depèn de la formació: en rouredes i pinedes la vulnerabilitat continua reduint-se gràcies a l'assentament de les restes de tallada, mentre que als alzinars i castanyedes la vulnerabilitat s'incrementa en aquest període (sense arribar als valors inicials), degut a la forta capacitat de rebrot de les espècies principals.

**Limitacions pel que fa al seguiment dels tractaments realitzats**

Els resultats obtinguts fruit del seguiment de les parcel·les permanents instal·lades s'han d'interpretar amb matisos:

- Es tracta d'una primera aplicació d'aquesta silvicultura que combina criteris de gestió naturalística i d'adaptació al canvi climàtic (cercant una diversificació en espècies i estructures), en rodals amb una estructura inicial molt llunyana a la buscada la qual era resultat de dècades d'aplicació d'una silvicultura convencional i/o d'un abandonament prolongat. Per tant, en la majoria dels casos, la gestió aplicada ha permès avançar cap a unes estructures forestals més alineades amb les cercades, si bé seran necessàries diverses intervencions per arribar a la diversitat estructural i d'espècies desitjada.
- Els resultats s'han avaluat a curt termini, amb un període de seguiment de només 2 o 3 períodes vegetatius.
- En el cas dels resultats específics dels rodals XPN, s'afegeix a aquestes limitacions la petita mida de la mostra, limitada a 2 rodals, un de castanyeda i un de pineda, amb un nombre limitat de parcel·les de seguiment.

Per tant, per fer una avaluació completa de la silvicultura aplicada seria necessari continuar-la aplicant en els mateixos rodals (incloent-hi els de la XPN) i fer-hi un seguiment a mig-llarg termini per avaluar l'evolució dels processos de diversificació iniciats i dels indicadors d'adaptació al canvi climàtic.

## 4.2. Potencial de replicació a la Xarxa de Parcs Naturals

Les conclusions (i els matisos per a la seva interpretació) presentats en l'apartat anterior mostren com la silvicultura MixForChange sembla tenir un interessant potencial d'aplicació a la XPN, per tal de millorar el conjunt dels indicadors d'adaptació al canvi climàtic i de serveis ecosistèmics considerats. Es mostren a continuació algunes reflexions sobre el potencial de replicació d'aquesta silvicultura per al conjunt de la XPN de la Diputació de Barcelona.

**Multifuncionalitat cercant la sostenibilitat econòmica i ambiental**

Els resultats d'aquesta silvicultura mostren clarament la seva multifuncionalitat, ja que permet assolir simultàniament un bons resultats pel que fa a indicadors d'adaptació al canvi climàtic i de conservació de la biodiversitat i alhora s'han establert les bases per incrementar el valor futur dels productes fusters i per tant la sostenibilitat econòmica de la gestió.

Aquesta multifuncionalitat fa aquesta silvicultura especialment adient per a la seva aplicació en espais a on hi conflueixen múltiples demandes, com són els boscos de la XPN: els boscos públics situats dins d'aquests espais servirien així de models de bones pràctiques, mentre que els boscos privats trobarien l'al·licient de la sostenibilitat econòmica, si bé aquesta es donaria a mitjà i llarg termini. A més, la ubicació periurbana de gran part d'aquests boscos, i per tant la seva rellevància paisatgística i des del punt de vista de l'ús públic, fan que aquesta silvicultura sigui especialment adient per la seva baixa intensitat d'intervenció.

**Aplicació detallada i flexible: un món d'oportunitats**

La principal particularitat d'aquesta silvicultura és la seva aplicació detallada i flexible, la qual permet respondre tant a objectius plantejats a escala general de la forest o espai natural com a altres objectius específics que es puguin identificar en situacions particulars dins el bosc. Es presenten a continuació alguns ajustaments a considerar per a la replicació d'aquesta silvicultura en situacions freqüents a la XPN:

Zones d'alt valor de conservació: aquesta silvicultura permet aconseguir uns bons resultats des del punt de vista de la biodiversitat, però quan aquest és l'objectiu prevalent, cal modular els tractaments. Adaptacions proposades:

- Parar encara més atenció a la promoció de la vegetació d'alt valor des del punt de vista de la conservació, tant pel que fa a la selecció d'arbres d'alt interès (selecció prevalent d'arbres d'espècies escasses i emblemàtiques, productores de fruit, arbres llavorers, amb microhàbitats, etc.), al manteniment d'elements propis de sistemes madurs (fusta morta en peus i al terra, de diferents mides i estats de descomposició) i creació de nous ecotons (ex: obertura de claps).
- Aplicació preferent d'anellaments com a alternativa a la tallada d'arbres competidors i/o per reduir la competència, per reduir el soroll i incrementar la fusta morta, si bé s'ha d'evitar generar acumulacions excessives de fusta morta simultàniament, especialment prop de camins.

Àrees prioritàries de gestió per a la prevenció d´incendis (PEGs, PPPs, etc.): com en el cas anterior, aquesta silvicultura permet millorar la vulnerabilitat estructural a incendis forestals, si bé en espais a on la prioritat és clarament la prevenció d'incendis caldria modular la intervenció per optimitzar aquest objectiu. Adaptacions proposades:

- Incrementar la intensitat de la intervenció amb una reducció més intensa de la densitat arbrada i del sotabosc, i un trencament més marcat de la continuïtat vertical de combustible.
- Reforçar aquesta intervenció amb la incorporació de ramats (silvopastoralisme) per a la qual cosa cal instal·lar una sèrie d'infraestructures auxiliars: abeuradors i punts d'aigua, coberts, cledes, terrenys oberts de pastura per complementar l'alimentació, etc.

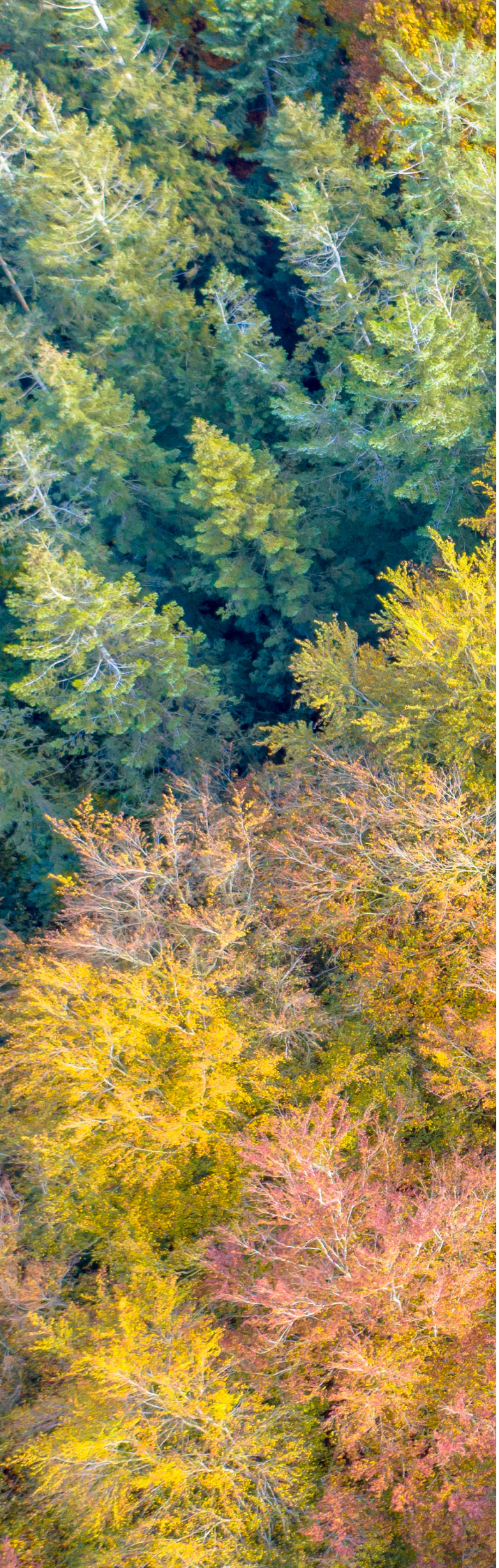
Condicions més seques: la silvicultura MixForChange s'ha aplicat a les àrees més humides i productives de la XPN (Montseny, Montnegre, Montesquiu). L'adaptació a condicions més seques ha de tenir en compte que predominaran les pinedes d'estructura més simplificada, la qual cosa limita en gran mesura les opcions de diversificació i de producció de fusta de qualitat. A més, en aquestes condicions la prevenció d'incendis té una importància cabdal en la gestió. Adaptacions proposades:

- Continuar amb l'aplicació d'una silvicultura basada en una planificació convencional a escala de rodal, però incorporant criteris d'actuació detallats, parant atenció a la presència de microestacions a on es puguin incorporar els criteris MixForChange: àrees amb una disponibilitat hídrica addicional (fons de vall i espais còncaus, especialment en obaga) i també espais amb particularitats resultants d'usos històrics, com ara boscos en terrasses, antigues zones adevesades amb roures vells, etc.
- En aquestes situacions també pot ser interessant promoure una mesura aplicada només de manera puntual als rodals MixForChange, com són les plantacions d'enriquiment.

Boscos amb alta demanda de resultats econòmics: espais de la XPN on la propietat té com a objectiu preferent la sostenibilitat econòmica de la gestió i a on es vulgui cercar alternatives a plantacions monoespecífiques. Adaptacions proposades:

- Simplificació de l'estassada: les estassades parcials i selectives del MixForChange són el factor que afecta més negativament al balanç econòmic en comparació amb la silvicultura convencional. En aquestes condicions es poden limitar aquestes estassades d'alta precisió a les zones del rodal més planeres i accessibles, mentre que a la resta d'espais es podria fer una estassada convencional o amb ajustaments menors.
- Increment de la intensitat de les tallades: aquest increment s'ha d'aplicar amb molta cura per tal de no perdre alguns dels avantatges cercats amb aquesta silvicultura, especialment, el manteniment d'un estrat de servei que promou la bona conformació dels arbres seleccionats per a fusta de qualitat, gràcies a un acompanyament lateral.

Naturalització i diversificació de plantacions forestals: en el cas de les castanyedes s'ha vist com aquesta silvicultura permet avançar cap a boscos diversos i multifuncionals partint de plantacions pures, tant si l'espècie principal encara és viable com si ha perdut el seu interès per qüestions econòmiques o sanitàries, i tant si té una forta predominança o si apareix barrejada amb altres espècies. En aquest cas no es proposen adaptacions específiques, sinó que caldria decidir, des de la fase de planificació fins a la d'implementació, com graduar l'equilibri entre els resultats econòmics (manteniment i promoció d'arbres d'alt valor comercial) i ambientals, en funció de la viabilitat i potencial de l'espècie plantada.



**Reptes per adoptar a gran escala aquesta silvicultura**

Tot i l'interès que té aquesta silvicultura en general, i per a la XPN en particular, la seva adopció presenta una sèrie de reptes a abordar, entre els quals en destaquen:

• Canvi de model silvícola: els canvis en el model de gestió d'un bosc estan limitats per la mateixa estructura d'aquest, la qual està especialment adaptada a la silvicultura aplicada prèviament, i també a les inèrcies de les persones gestores i de les empreses de treballs forestals.

Transferència, formació i capacitació: la silvicultura MixForChange incorpora una sèrie de criteris innovadors, poc emprats al nostre àmbit i relativament poc coneguts fins i tot pel personal tècnic (inclosa la propietat) i executors dels treballs. Per tant, les primeres intervencions requereixen d'una feina curosa de transferència dels criteris emprats i de suport i supervisió dels treballs, especialment, pel que fa al marcatge, com s'ha fet evident als rodals de la XPN.

Logística i aspectes administratius: la silvicultura proposada es basa en intervencions de freqüència més elevada i d'intensitat menor del que és habitual en el nostre context. A més, en cada intervenció es genera una gran varietat de productes fusters quant a espècies, qualitats i dimensions. Aquest plantejament és un repte per a la planificació, execució i control (degut a l'increment en la freqüència de les intervencions) i també per a la logística i comercialització dels productes (més diversitat, lots de menor quantitat).

Comunicació i divulgació: la importància de la gestió forestal sostenible com a eina clau per a la preservació dels boscos i dels seus serveis ecosistèmics s'ha de comunicar a la societat en general, i a la que viu prop de boscos periurbans en particular. A més, la demostració dels avantatges d'aquesta silvicultura en concret poden suposar una manera d'incrementar l'acceptació social de la gestió forestal.

## 4.3. Per a més informació

Durant el projecte LIFE MixForChange s'ha preparat una sèrie de publicacions i informes que detallen tot el procés de disseny, implementació i seguiment d'aquesta silvicultura, i recopilen els principals resultats i conclusions. Tota aquesta informació es pot consultar a la pàgina web del projecte (www.mixforchange.eu). Algunes de les principals publicacions i informes són:

- Guia: Gestió adaptativa i naturalística en boscos mixtos mediterranis subhumits: alzinars, castanyedes, rouredes i pinedes (2022)
- Sistema pilot de logística i comercialització productes forestals dels boscos mixtos mediterranis sub-humits (2022)
- Guia: Polítiques locals, canvi climàtic i gestió forestal en boscos periurbans: una integració necessària (2021)
- Protocol de classificació visual de la qualitat de la fusta en peu de planifolis d'alt valor (2020)
- Catàleg d'usos de la fusta de frondoses d'alt valor a Catalunya (2020)
- Descripció dels models silvícoles innovadors aplicats en: alzinars, castanyedes, rouredes i pinedes (2019)

# 5

# Referències bibliogràfiques

Baiges T, Cervera T, Palero N, Gonin P, Larrieu L. 2019. Posada a punt de l'Índex de Biodiversitat Potencial: un termòmetre per a mesurar la capacitat d'allotjar biodiversitat dels boscos (gestionats) de Catalunya. Silvicultura 80: 26-36

De Cáceres M, Martin-StPaul N, Turco M, Cabon A, Granda V. 2018. Estimating daily meteorological data and downscaling climate models over landscapes. Environmental Modelling & Software 108: 186–96

De Cáceres M, Mencuccini M, Martin-StPaul N, Limousin JM, Coll L, Poyatos R, Cabon A, Granda V, Forner A, Valladares F, Martínez-Vilalta J. 2021. Unravelling the effect of species mixing on water use and drought stress in holm oak forests: a modelling approach. Agricultural and Forest Meteorology 296

Mori P, Pelleri F. (eds.). 2014. Silviculture for sporadic tree species. Extended summary of the technical manual for tree-oriented silviculture proposed by the LIFE+ project and PProSpoT. Compagnia delle Foreste, Arezzo

Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology 13: 131-144

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). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona. 122 p

Piqué M, Vericat P, Beltrán M. 2017. Resource communication. ORGEST: Regional guidelines and silvicultural models for sustainable forest management. Forest Systems 26 (2), eRC01S

Diputació Barcelona

CTFC