


Guia de recomanacions i mesures d'adaptació al canvi climàtic en la gestió de *Quercus suber*



**Guia de recomanacions
i mesures d'adaptació
al canvi climàtic
en la gestió de *Quercus suber***



Guia de recomanacions i mesures d'adaptació al canvi climàtic en la gestió de *Quercus suber*

Coedita

Consorci Forestal de Catalunya, Centre de la Propietat Forestal, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Forestal Catalana, SA, Amorim Florestal, SA.

Coordinació de l'edició

Roser Mundet (CFC), Teresa Baiges (CPF), Mario Beltrán (CTFC), Antonio Torrell (Forestal Catalana)

Responsable del projecte

Joan Rovira (Consorci Forestal de Catalunya)

Comitè d'experts del projecte

Antoni Bombí (Diputació de Barcelona), Francisco Carvalho (Amorim Florestal), Rosendo Castelló (CFC), Xavier Clopés (DARP), Jaime Coello (CTFC), Enrique Enciso (Grupo Sylvestris), Juli Garcia (CIDE-CSIC), Antoni Gorgot (Forestal Empordà, SL), Joan Homs (CPF), Raúl Lanzo (CICYTEX-IPROCOR), David Meya (DARP), Renaud Piazzetta (Institut Méditerranéen du Liège), Joan Puig (Francisco Oller, SA), Josep M. Riba, Josep M. Tusell (CFC), Nuno Ribeiro (Universidade de Évora), Ramon Riera (Diputació de Barcelona), Mariano Rojo (DARP), Míriam Piqué (CTFC), Ramón Santiago (CICYTEX-IPROCOR), Enrique Torres (Universidad de Huelva), Philippe Van Lerberghe (Centro Nacional de la Propriété Forestière), Pau Vericat (Escola Agrària del Solsonès)

Primera edició: juny de 2018

Disseny i maquetació

Elizabeth Fernández (Centre de la Propietat Forestal)

Fotografies

Introducció (AGS-CTFC); Secció I (Centre de la Propietat Forestal); Secció II (Bombers de la Generalitat de Catalunya); Secció III (Consorci Forestal de Catalunya); Secció IV (Forestal Catalana).

Traducció i assessorament lingüístic

Anexiam, S.L.

Tirada: 200 exemplars

Dipòsit legal: B 22259-2018

Citació recomanada:

Mundet, R.; Baiges, T.; Beltrán, M.; Torrell, A. 2018. Guia de recomanacions i mesures d'adaptació al canvi climàtic en la gestió de *Quercus suber*. Projecte Life+Suber.

Les opinions expressades en aquest manual són les dels autors i no reflecteixen necessàriament els punts de vista de la Unió Europea i de la Comissió Europea, per tant, no són atribuïbles a aquestes institucions.

Entitats sòcies del projecte Life+Suber

Consorci Forestal de Catalunya (coordinació), Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Centre de la Propietat Forestal (Generalitat de Catalunya), Forestal Catalana, SA i Amorim Florestal, SA.

Col·laboració i cofinançament

Diputació de Barcelona, Amorim Florestal Mediterraneo, SL i Institut Català del Suro.



Índex

Introducció	7
<i>(Mario Beltrán, Míriam Piqué, Pau Vericat)</i>	
Secció I	
Gestió de la sureda per a l'adaptació al canvi climàtic	25
<i>(Teresa Baiges, Mario Beltrán, Roser Mundet)</i>	
Situació actual de les suredes catalanes	26
Una silvicultura per millorar la capacitat d'adaptació de les suredes al canvi climàtic	31
Models de gestió que optimitzen la producció surera, millorant-ne la vitalitat: l'exemple dels models multifuncionals ORGEST a Catalunya	41
Tractaments d'adaptació proposats per a la sureda	45
Casos pràctics de gestió productiva de suredes i d'adaptació al canvi climàtic	51
Bibliografia.....	58
Secció II	
Gestió per a la reducció del risc de grans incendis forestals	61
<i>(Míriam Piqué, Eduard Busquets, Mario Beltrán)</i>	
Els grans incendis forestals a Catalunya.....	62
El comportament del foc en les formacions forestals de sureda.....	64
Resistència i resiliència	65
Gestió tradicional per a la prevenció d'incendis forestals.....	67

	Pràctiques innovadores i recomanacions de gestió per a la prevenció de grans incendis forestals en suredes.....	67
	Beneficis i compatibilitats de la gestió per a la reducció del risc de grans incendis forestals.....	75
	Casos pràctics de gestió de suredes per a la prevenció de grans incendis forestals	75
	Bibliografia.....	80
Secció III	Restauració de suredes degradades.....	82
	<i>(Roser Mundet, Josep M. Tusell, Joan Abel)</i>	
	Descripció de les suredes degradades	84
	Principals causes de la degradació.....	84
	Pràctiques de restauració de suredes degradades.....	88
	Densificació de les masses de <i>Quercus suber</i>	90
	Casos pràctics de gestió per a la restauració de suredes degradades.....	102
	Bibliografia.....	105
Secció IV	Gestió per al control integral de plagues de l'alzina surera	107
	<i>(Antonio Torrell, Josep Maria Ribà)</i>	
	Patologies de la sureda.....	108
	Malalties	109
	Plagues ocasionades per insectes o àcars	113
	El cas del <i>Coraebus undatus</i>	126
	Bibliografia.....	135



Introducció

Mario Beltrán
Míriam Piqué
Pau Vericat



Introducció

Les suredes a Catalunya i el Mediterrani

Les suredes de *Quercus suber* L. constitueixen un hàbitat d'interès comunitari (9330, Directiva 92/43/CEE), en què aquesta espècie és un dels elements més singulars. L'alzina surera destaca per la seva escorça, formada per un conjunt de capes de cèl·lules suberitzades que en arbres no pelats pot superar els 30 cm de gruix (Vieira, 1950) i que pot haver evolucionat com una adaptació al foc (Pausas *et al.*, 2009). Aquesta escorça, el suro, pot tornar a créixer quan s'extreu sense eliminar-ne l'escorpit, i entorn d'aquesta característica s'ha desenvolupat tota una cultura forestal. S'anomena inicialment pelagrí, matxot després de la primera pela i suro de reproducció a partir de la segona pela.

Els boscos d'alzina surera constitueixen un element característic del paisatge mediterrani de gran singularitat en l'àmbit mundial, amb una llarga cadena econòmica i sociocultural associada. Hi contribueixen diversos elements, principalment, el sistema d'aprofitament del suro, amb altres elements de l'hàbitat i la seva biodiversitat associada (figura 1). El suro és un dels productes forestals més importants al Mediterrani, encara que no sigui fuster, i en el seu entorn s'ha desenvolupat un conjunt de pràctiques de gestió forestal pròpies (la subericultura) a causa de les seves particularitats i la necessitat d'especialització.

Les suredes es distribueixen al Mediterrani occidental, concentrades principalment al sud-oest de la península Ibèrica (figura 2). Dins de la seva àrea de distribució hi ha diferències significatives tant en les característiques de la formació forestal com en les pràcti-



Figura 1. L'aspecte característic de l'alzina surera és la seva escorça. El seu aprofitament sostenible genera estructures forestals singulars en l'ecosistema mediterrani.

ques de gestió habituals. Les suredes de la part occidental de la península solen presentar masses pures o barrejades amb altres quercínies (*Quercus ilex* i *Q. faginea*) i amb estructures adevesades, amb una gestió silvícola combinada amb la pascícola. En canvi, a la part oriental predominen les masses denses, freqüentment barrejades amb coníferes i frondoses (pins i quercínies), on l'estructura sol presentar diversos estrats de vegetació.

A Catalunya, les dades del *Mapa forestal de España* (DGDRPF, 2016) indiquen que les suredes (espais on l'alzina surera és l'espècie dominant) ocupen unes 69.000 ha, unes 29.000 ha de les quals són masses pures. Addicionalment, unes 55.000 ha són masses dominades per una altra espè-

cie, en què l'alzina surera apareix com a espècie secundària o acompanyant. Tradicionalment s'han definit quatre àmbits de distribució de l'alzina surera a Catalunya a partir de factors ecològics principalment: l'Empordà, el Montseny-Guilleries (figura 3), les Gavarres i el Montnegre-Corredor.

L'alzina surera és una espècie clarament calcífuga i vegeta gairebé exclusivament sobre substrats de reacció àcida. Es troba preferentment sobre granits, pissarres, gneis i quarsites, que donen lloc a sòls de drenatge i airejament elevats. Respecte a la climatologia, aquesta espècie requereix condicions tèrmiques relativament humides, amb una sequera estival lleu o sense sequera, i sense gelades. Aquestes condicions dificulten la seva presència

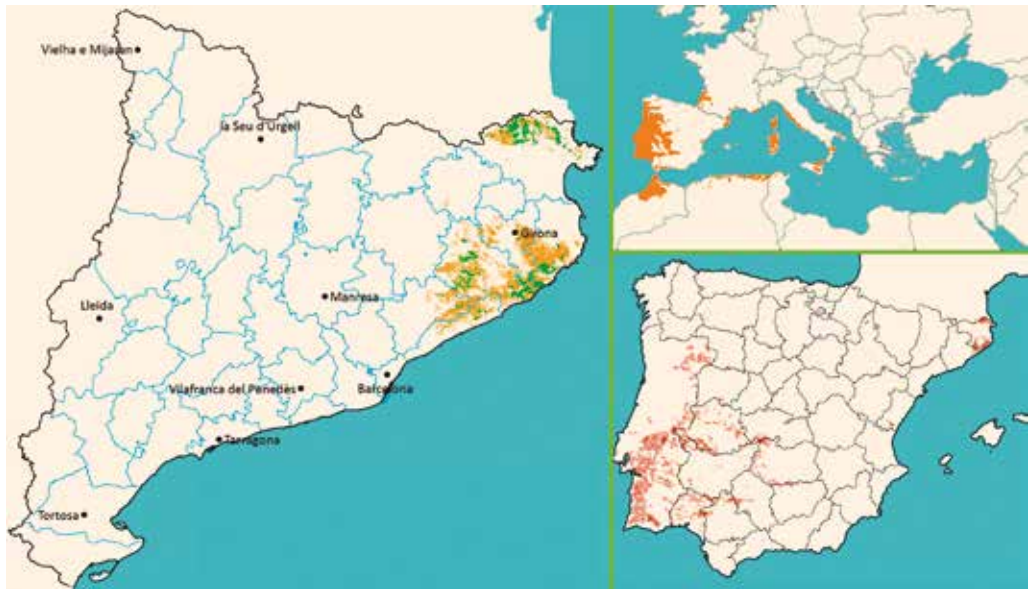


Figura 2. Distribució estimada per a les suredes al Mediterrani (EUFORGEN, 2009), a la península Ibèrica (IFN6 Portugal, 2010; MFE Espanya, 2016) i a Catalunya (MFE, 2016). A Catalunya es diferencien les masses pures (verd) de les mixtes (taronja) dominades o amb presència significativa d'alzines sureres.

a les parts més continentals de la zona mesomediterrània (Díaz-Fernández *et al.*, 1995; Ruiz de la Torre, 2006).

Les condicions ecològiques òptimes per a l'alzina surera a Catalunya (Piqué *et al.*, 2014) es corresponen amb zones de pluviometries mitjanes anuals superiors a 600-700 mm i estivals sempre superiors a 100 mm. Les orientacions d'obaga o mitja obaga són les més adequades, però també les de solana, sempre que hi hagi prou sòl i una pluviometria estival elevada. Les altituds poden arribar a prop de 1.000 m, sempre que l'orientació i la influència marítima limitin les baixes temperatures.

La densitat de l'arbrat i el creixement lent per condicions de l'estació forestal fan que el suro català sigui de més densitat i això li confereix unes característiques apreciades per a la fabricació de taps naturals per a vins tranquils, el producte surer de més valor afegit (figura 4). Tanmateix, el suro sol ser poc homogeni i amb més percentatge

de merma que en altres zones productores, cosa que fa que el percentatge de suro de qualitat acostumi a ser baix. Amb tot, i malgrat la disminució generalitzada de la gestió forestal i de la indústria de primera transformació pròpia de la segona meitat del segle XX, les suredes catalanes segueixen sent la base d'un subsector important en termes socioeconòmics, tant territorials com industrials.

Els usos del suro són nombrosos i variats. Destaca el seu ús per a la fabricació de taps d'ampolla, però també és necessari remarcar que s'utilitza en la indústria del calçat, d'aïllant en construcció i instal·lacions industrials, de component per a la indústria automobilística naval, aeronàutica, química, etc. Totes aquestes aplicacions tenen requeriments diferents respecte a les característiques de la matèria primera i el procés de transformació. Com a factors destaquen el tipus de suro (pelagrí, matxot o de reproducció), el calibre i els defectes (porositat excessiva, per-



Figura 3. Les suredes són un element característic del paisatge de l'entorn del Montseny.

meabilitat elevada, densitat excessiva, elasticitat deficient, clivellats, danys d'origen biòtic, ventre irregular, etc.).

A escala d'arbre, els paràmetres principals que afecten la productivitat en quantitat de suro són el creixement en gruix (calibre), la densitat de suro per superfície (kg/m^2) i l'alçària de la lleva. El calibre a una determinada edat depèn principalment de la qualitat de l'estació i de l'alçària en el tronc (Vieira, 1950).

Amb tot, les suredes catalanes són multifuncionals, presenten simultàniament diferents funcions (béns i serveis) a la societat. La funció productiva actualment es concentra en la producció de suro i, ocasionalment, llenya. La funció social correspon majoritàriament a la composició del paisatge i d'entorn recreatiu, juntament amb el valor patrimonial que s'assigna freqüentment a l'aprofitament de les suredes. Les funcions ambientals principals són la regulació hídrica, l'atenuació de l'erosió, la fixació de CO_2 atmosfèric i la reserva de biodiversitat.

La gestió de les suredes i l'aprofitament del suro produeixen un volum d'activitat econòmica important als territoris rurals, ja que es tracta d'una producció forestal de les més intenses en generació de mà d'obra. Les tasques de pela del suro, els tractaments de millora silvícola (estassades, tallades de millora) i el component tècnic d'aquesta activitat (planificació, senyalaments de les tallades, control d'actuacions) contribueixen a la fixació de població al medi rural de tots els nivells de qualificació.

D'altra banda, l'alzina surera exerceix també un paper destacat al Mediterrani per la seva adaptació al foc. La capacitat de resistència al pas del foc per rebrotar i recuperar l'estructura forestal després és destacada en aquesta espècie (figura 5). En el context actual, és un dels principals actius en la resistència i resiliència del bosc mediterrani contra els incendis forestals.



Figura 4. El tap per a vins escumosos i tranquils és un dels productes principals del suro.



Figura 5. El suro protegeix els teixits vitals de les alzines sureres, que són capaces de rebrotar després del foc.

Els efectes del canvi climàtic a les suredes

El canvi climàtic constitueix una amenaça seriosa per a la conservació de la sureda, la producció sostenible de suro i la cadena de valor lligada a aquest producte. La zona mediterrània, on l'alzina surera és un element característic, és considerada com una de les regions bioclimàtiques més vulnerables al canvi climàtic (EEA, 2008). Diferents treballs apunten tres grups d'impactes sobre els boscos d'alzina surera (Regato, 2008; Díaz *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2009; Vericat i Piqué, 2012):

- Reducció de la disponibilitat hídrica, fet que implicarà menys creixement, producció de suro i fixació de carboni. A més, estarà relacionada amb

l'augment del decaïment i mortalitat de la sureda.

- Més incidència de plagues i malalties. Les condicions més seques i càlides de l'ambient i la debilitat de l'arbrat afavoriran els episodis de plagues i malalties, en què tindran una especial importància les que afecten la producció i qualitat del suro.
- Augment de la freqüència d'incendis de més intensitat i dimensions (grans incendis forestals), a causa de les condicions meteorològiques més càlides i àrides (menys humitat del combustible, més temperatura de l'aire, més freqüència, durada i intensitat de les onades de calor), juntament amb l'increment de la quantitat i continuïtat de la biomassa.

Aquests impactes tindran uns efectes clarament negatius en les funcions productives, ambientals i socials de les suredes: menys producte, menys capacitat d'emmagatzematge de carboni, pèrdua de qualitat de l'hàbitat per a moltes espècies i biodiversitat, increment de l'erosió, pèrdua de qualitat del paisatge i de valor com a entorn turístic i recreatiu. D'altra banda, incidiran negativament en l'estat de conservació d'aquest hàbitat.

Donat que la gestió forestal sostenible per a la producció de suro és un dels actius més importants per a la conservació de la sureda, cal prestar una atenció especial a les plagues i malalties que poden afectar aquest producte. Les més importants són l'afectació per corc del suro (*Coraebus undatus*) (figura 6), l'escaldat (*Diplodia corticola*) i les formigues (*Crematogaster scutellaris* i *Lasius brunneus*).

Vulnerabilitat de les suredes a Catalunya al canvi climàtic

Una de les accions principals del projecte Life+Suber ha consistit en la caracterització de la vulnerabilitat de les suredes catalanes al canvi climàtic. Ha estat un primer pas per definir i quantificar el risc, encara que es tracta de processos d'elevada complexitat i incertesa, en què resulta necessari mantenir un monitoratge dels impactes, a través d'indicadors, per millorar la capacitat de projecció tant espacial com temporal dels efectes del canvi climàtic.

La vulnerabilitat depèn tant del caràcter i magnitud de l'impacte com de la sensibilitat i capacitat d'adaptació de la coberta forestal. Per tant, la vulnerabilitat serà diferent segons el tipus d'impacte, l'àrea geogràfica on es localitzi, la història de gestió, l'estat actual de les masses, etc.



Figura 6. Exempler adult de *Coraebus undatus*, una de les amenaces principals per a la producció de suro.

Així, s'ha analitzat la vulnerabilitat dels boscos de *Quercus suber* L. per als tres tipus d'impacte principals previstos del canvi climàtic sobre aquestes formacions, que són la reducció de la disponibilitat hídrica, els grans incendis forestals (GIF) i l'afectació per *Corae-bus undatus*. Com a resultat s'ha obtingut una cartografia (zonificació) del grau de vulnerabilitat a aquests impactes dins de l'àrea de distribució de la sureda a Catalunya.

Reducció de la disponibilitat hídrica

La restricció hídrica derivada del canvi climàtic suposa un risc per a l'alzina surera perquè en limita la vitalitat, creixement i capacitat de resposta als canvis i a altres amenaces. En general, una vitalitat limitada pot provocar la substitució per altres espècies més competitives en les noves condicions, fet que produeix un canvi substancial en l'ecosistema. Alhora, la cadena de valor lligada a la producció de suro se'n veurà directament afectada. Per avaluar la vulnerabilitat a la restricció hídrica s'ha determinat el grau d'adequació ecològica de les suredes actuals als escenaris climàtics previstos a llarg termini. En concret, s'han establert dues categories: zones de menor adequació ecològica i zones de major adequació. A les zones de major adequació l'espècie presenta un creixement i vitalitat més bons, amb més potencial des del punt de vista de producció forestal (creixement).

Els models actuals utilitzats per a la projecció futura del clima mostren la predicció del règim pluviomètric amb més incertesa que per al cas de la temperatura. No obstant això, en línies generals, els models apunten un règim amb molta més variabilitat interanual i intraanual, però amb una pluviometria total anual amb pocs canvis respecte a l'actualitat, en un horitzó de cinquanta anys. Per tant, és necessari utilitzar paràmetres que combinin la pluviometria amb altres variables ambientals per augmentar la representativitat dels efectes del canvi climàtic, com és el cas de l'evapotranspiració potencial (ETP). Un augment de l'ETP representa més restricció hídrica per a l'ecosistema, malgrat que la pluviometria total anual arriba a valors similars als actuals.

Les qualitats d'estació definides per Piqué *et al.* (2014) per a les suredes determinen que les millors localitzacions pel que fa a pluviometria són les que tenen un total anual superior a 700 mm i un total estival superior a 100 mm. Utilitzant la sèrie històrica del 1985 al 2015, es poden identificar les zones en què la pluviometria mitjana anual i estival (mesos de juny, juliol i agost) superen aquests llindars, cosa que diferencia les suredes que actualment se situen en zones adequades i en zones de menor adequació.

Per identificar el llindar entre les zones adequades i no adequades en termes d'ETP, s'han analitzat els valors d'ETP en relació amb la pluviometria. L'equivalència entre pluviometria i ETP no és

directa, perquè en l'ETP hi intervenen més factors, tot i que es pot marcar un valor d'ETP com a llindar equivalent a 700 mm de pluviometria anual. Per sota d'aquest valor, l'estrès hídric és prou baix per determinar que es tracta d'una zona adequada per a la sureda, mentre que valors superiors identifiquen les zones de menor adequació.

Per avaluar l'impacte de la restricció hídrica del canvi climàtic, en termes d'augment de l'ETP, s'ha realitzat una projecció climàtica segons el model regional estandarditzat CCLM4-8-17, amb l'escenari de concentració reproducible RCP4.5 per al període del 2020 al 2050. El model regional concreta les prediccions globals del clima a una escala més fina, mentre que l'escenari intenta incorporar a la projecció l'efecte de determinats canvis en les tendències actuals. En aquest cas s'ha considerat l'escenari que incorpora determinades mesures d'adaptació i mitigació. Amb la projecció climàtica per al període del 2020 al 2050 s'obté un valor mitjà anual d'ETP, i es delimiten, així, les zones adequades com les que s'estima que tindran un valor inferior al llindar marcat i les zones de menor adequació aquelles on s'espera un valor d'ETP més alt.

La figura 7 mostra la classificació de les suredes catalanes segons el grau d'adequació ecològica per a la vulnerabilitat a la restricció hídrica, en què el resultat és que un 65% de les suredes s'han de classificar com de menor adequació.

Per tant, hi ha àmplies àrees actuals de sureda en risc de patir un impacte negatiu pitjor a causa de la restricció hídrica futura. En qualsevol cas, la vegetació (densitat, estratificació, composició específica, estat de desenvolupament) exerceix un paper determinant en l'ús de l'aigua, juntament amb factors físics (pendent, orientació, edafologia). La gestió forestal per regular les relacions de competència i facilitació dins del bosc és determinant per atenuar l'impacte de la restricció hídrica (figura 8). És necessari gestionar l'estructura forestal per maximitzar l'eficiència en l'ús de l'aigua i concentrar, en la mesura que sigui possible, més recursos per a la sureda i per a les espècies d'interès biogeogràfic i les facilitadores (per exemple, les que capturen precipitació horitzontal a les zones de boires freqüents).

Grans incendis forestals

Els grans incendis forestals, de més abast i intensitat, constitueixen un dels efectes més visibles del canvi climàtic. Tot i que hi interaccionen diversos factors, la vegetació n'és un dels més determinants, ja que l'augment de superfície forestal i la densificació dels boscos augmenten la quantitat de combustible disponible. Els esdeveniments climàtics extrems, cada vegada més freqüents, agreugen el problema perquè mantenen més temps les condicions meteorològiques més adverses: calor, sequera en la vegetació i vents dominants, principalment. Per avaluar la vulnerabilitat de les suredes als grans incendis forestals s'han de-

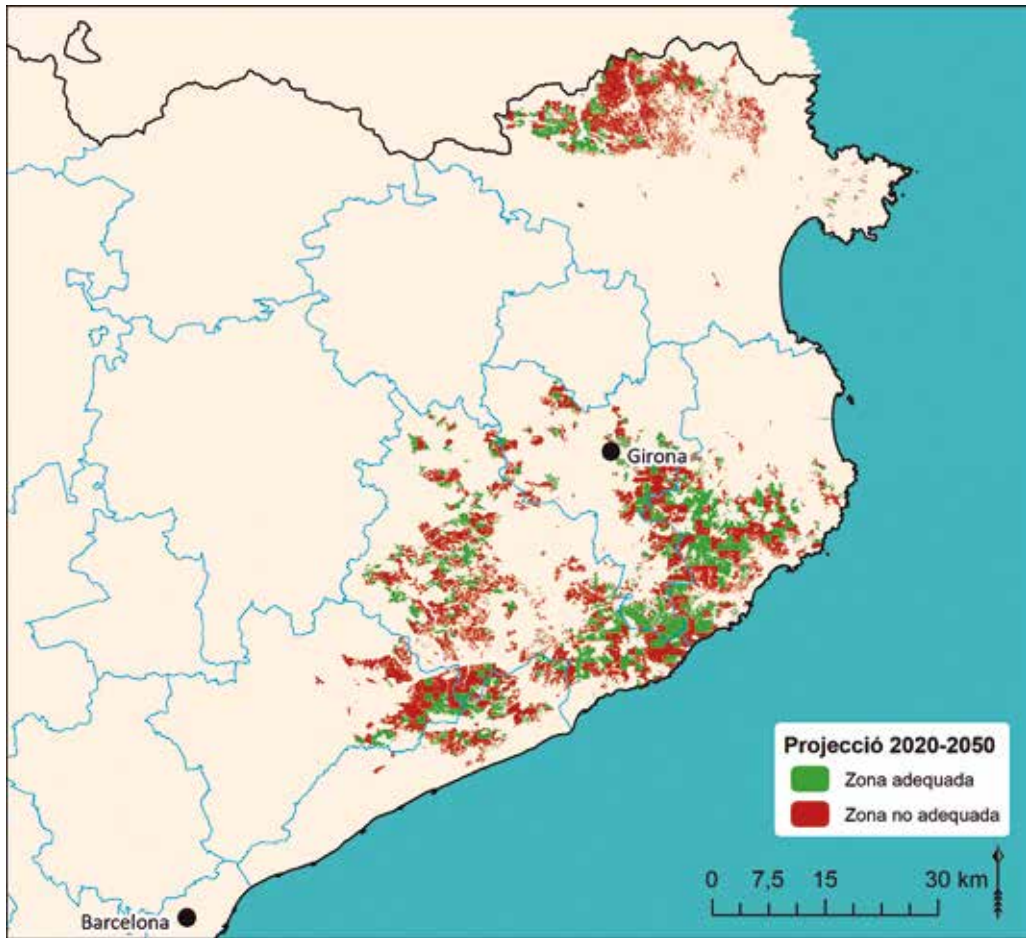


Figura 7. Classificació de les suredes catalanes segons el grau d'adequació ecològica per a la vulnerabilitat a la restricció hídrica derivada del canvi climàtic (Projecció 2020-2050): (Zona adequada; Zona no adequada).

finint tres categories: molt vulnerable, mitjanament vulnerable i poc vulnerable. Per a aquesta avaluació s'utilitzen variables estructurals, de continuïtat de la coberta i del tipus d'incendi més probable a la zona i la seva recurrència a partir de dades històriques.

Les variables que defineixen l'estructura forestal, com el recobriment dels diferents estrats de vegetació o la distància vertical entre si, tenen una influència elevada en la intensitat i la

propagació d'un incendi. Tanmateix, aquestes variables són molt canviant a petita escala, tant espacial com temporal, i a més poden ser modificades per acció de la gestió.

Així, la vulnerabilitat als grans incendis forestals s'avalua per fases. En primer lloc, s'utilitza la informació del règim d'incendis a partir dels incendis històrics, sense tenir en compte les condicions actuals de l'estructura forestal. Per fer aquesta valoració s'utilitza el



Figura 8. Rodal del projecte Life+Suber dos anys després de les actuacions. S'hi mantenen les suredes més vitals, les espècies acompanyants que no limiten el seu desenvolupament i certa cobertura arbustiva d'espècies d'interès que ajuda a limitar la insolació directa i a capturar precipitació horitzontal en cas de boires freqüents.

mapa de risc d'incendi tipus de Piqué *et al.* (2011), que identifica les zones amb més risc que es produeixi un gran incendi forestal (GIF), a partir de les dades històriques d'incendis forestals.

Per determinar el grau de vulnerabilitat als GIF s'ha utilitzat la informació aportada pel mapa de risc d'incendi tipus, en què la informació de vulnerabilitat estructural és una indicació addicional que el grau de vulnerabilitat també depèn de les condicions pròpies del rodal. Per tant, la figura 9 mostra l'assignació del grau de vulnerabilitat als GIF a partir de la informació del risc d'incendi tipus. Així, es determina que el 78% de les suredes tenen un grau alt de vulnerabilitat i un 20%, un grau mitjà.

Per incorporar l'estructura forestal a l'avaluació de la vulnerabilitat als in-

cendis és necessari utilitzar dades de la coberta forestal, tenint en compte l'escala de canvi tant espacial com temporal. Una primera aproximació en l'àmbit regional es pot realitzar utilitzant les dades de l'Inventari Forestal Nacional, assumint que s'han produït canvis des que van ser obtingudes, així com generalitzant-les espacialment i assumint que hi ha canvis a petita escala. L'IFN3 és el que més representativitat espacial té com a dades d'inventari obtingudes en el terreny.

Utilitzant les claus d'identificació de la vulnerabilitat estructural al foc de capçades (CVFoC) (Piqué *et al.*, 2011) amb les dades de les parcel·les de l'IFN3 s'ha analitzat la vulnerabilitat estructural en cada punt d'inventari amb tres categories (alta, mitjana i baixa). Després, els valors de cada punt s'han generalitzat espacialment per tenir una

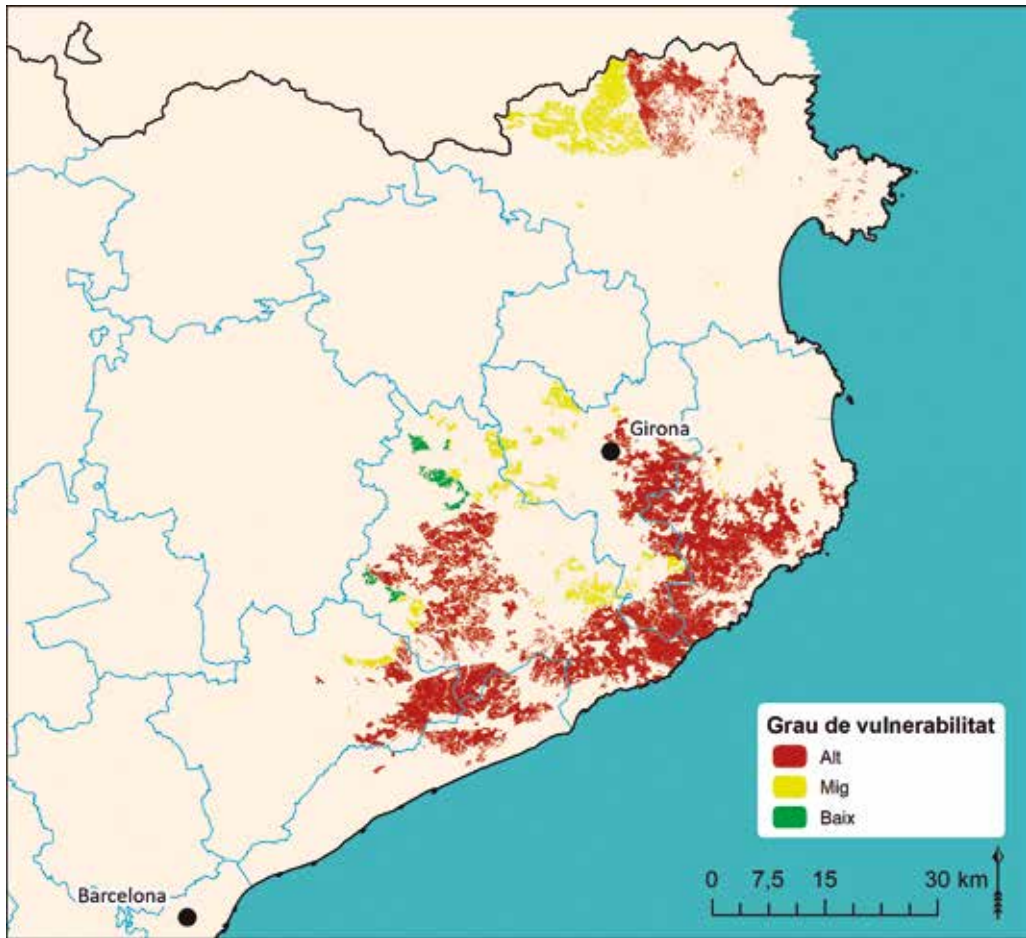


Figura 9. Classificació de les suredes catalanes segons el grau de vulnerabilitat als grans incendis forestals (Grau de vulnerabilitat: Alt, Mitjà, Baix).

predicció de la vulnerabilitat estructural de manera contínua a les zones de sureda (figura 10). En total, un 56% de les suredes catalanes s'han de classificar com d'alta vulnerabilitat estructural i un 39%, com de vulnerabilitat mitjana.

En qualsevol cas, els grans incendis forestals constitueixen un risc que ha d'analitzar-se i abordar-se sempre en l'àmbit de paisatge, en la planificació, la gestió i el seguiment. A partir dels conceptes i les metodologies que esta-

bleixen Costa *et al.* (2011) i Piqué *et al.* (2011), el factor clau per a la prevenció dels grans incendis és la gestió en determinats punts estratègics del comportament i la propagació del foc.

Fins i tot tenint en compte les limitacions de la informació de la coberta vegetal en l'àmbit regional, queda patent la importància de l'estructura forestal en referència a la vulnerabilitat de les suredes als grans incendis. Així, la gestió forestal per a la prevenció de

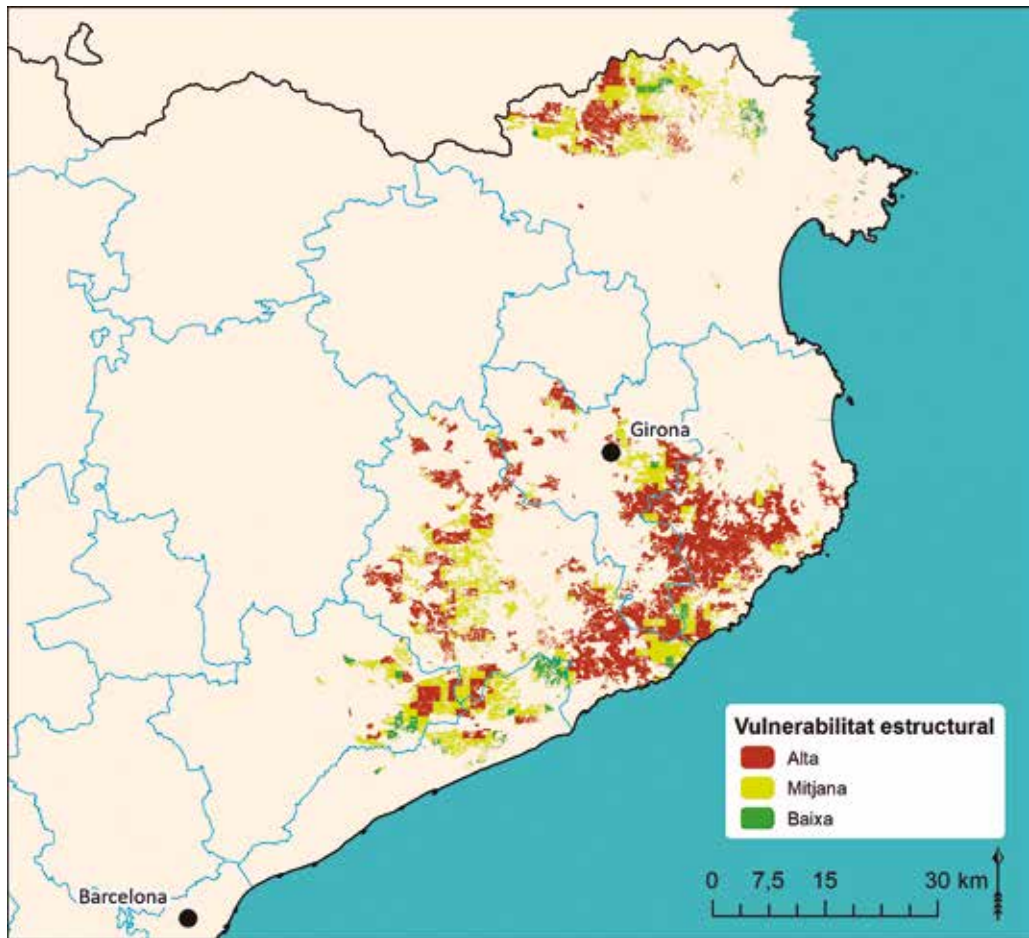


Figura 10. Generalització espacial de la vulnerabilitat estructural a les zones de sureda, avaluada a partir de les dades de les parcel·les de l'IFN3 seguint les CVFoC de Piqué *et al.* (2011) (Vulnerabilitat estructural: Alta, Mitjana, Baixa).

grans incendis ha d'abordar, principalment, la creació i el manteniment d'estructures de baixa vulnerabilitat al foc d'alta intensitat als rodals situats en els punts estratègics per al comportament dels incendis (figura 11).

Afectació per corc del suro

Hi ha diverses plagues que poden afectar significativament la sureda, tot i que el corc del suro n'és la més destacada a causa dels danys que provoca en la

producció de suro de qualitat. L'afectació per aquest insecte s'ha incrementat notablement els últims anys, malgrat que ja era present anteriorment a les suredes. Amb tot, és un insecte relativament desconegut pel que fa a la biologia, els patrons poblacionals, de comportament i distribució. A més, és possible que el canvi de les condicions ambientals pugui haver-ne alterat determinats aspectes de la biologia i el comportament els últims anys. Per avaluar el grau de vulnerabilitat a afec-



Figura 11. Rodal del projecte Life+Suber dos anys després de les actuacions. Es produeixen estructures de baixa vulnerabilitat al foc d'alta intensitat en punts estratègics per al comportament dels incendis. A més, amb una estructura adevesada pot compatibilitzar-se l'ús pastoral amb la prevenció d'incendis i la producció de suro.

tacions de corc del suro s'han utilitzat variables ecològiques i dades d'afectacions passades de *Coraebus undatus* en parcel·la, i s'han establert dos nivells: zones més vulnerables a altes afectacions i zones menys vulnerables.

Les dades de les captures de les campanyes 2015, 2016 i 2017 realitzades en el marc del projecte Life+Suber s'utilitzen per modelitzar el nivell de captures mitjançant paràmetres ecològics que puguin estar relacionats amb la biologia de l'insecte o que puguin tenir influència en els seus nivells poblacionals. El model creat serveix d'algoritme d'assignació de nivells de vulnerabilitat a altes afectacions, assumint que un nombre de captures més alt d'insectes adults es relaciona amb més afectació, a causa de les galeries de les larves. Per millorar la capacitat

predictiva del model s'han afegit dades de captures realitzades per Forestal Catalana a les campanyes del 2012 al 2014 en diferents rodals de sureda a Catalunya, juntament amb cinc rodals on es té constància que la presència de corc del suro és nul·la.

El model elaborat finalment utilitza com a variable predictora la precipitació acumulada en el període anual de juliol a juny de dos anys abans de la captura dels insectes adults, que es correspon amb l'any anterior a la posta dels ous dels insectes que es capturen dos anys després.

La variabilitat en la pluviometria anual també aporta variabilitat en la predicció de captures. A més, encara que altres variables ambientals o geogràfiques no hagin aportat millores significatives a la

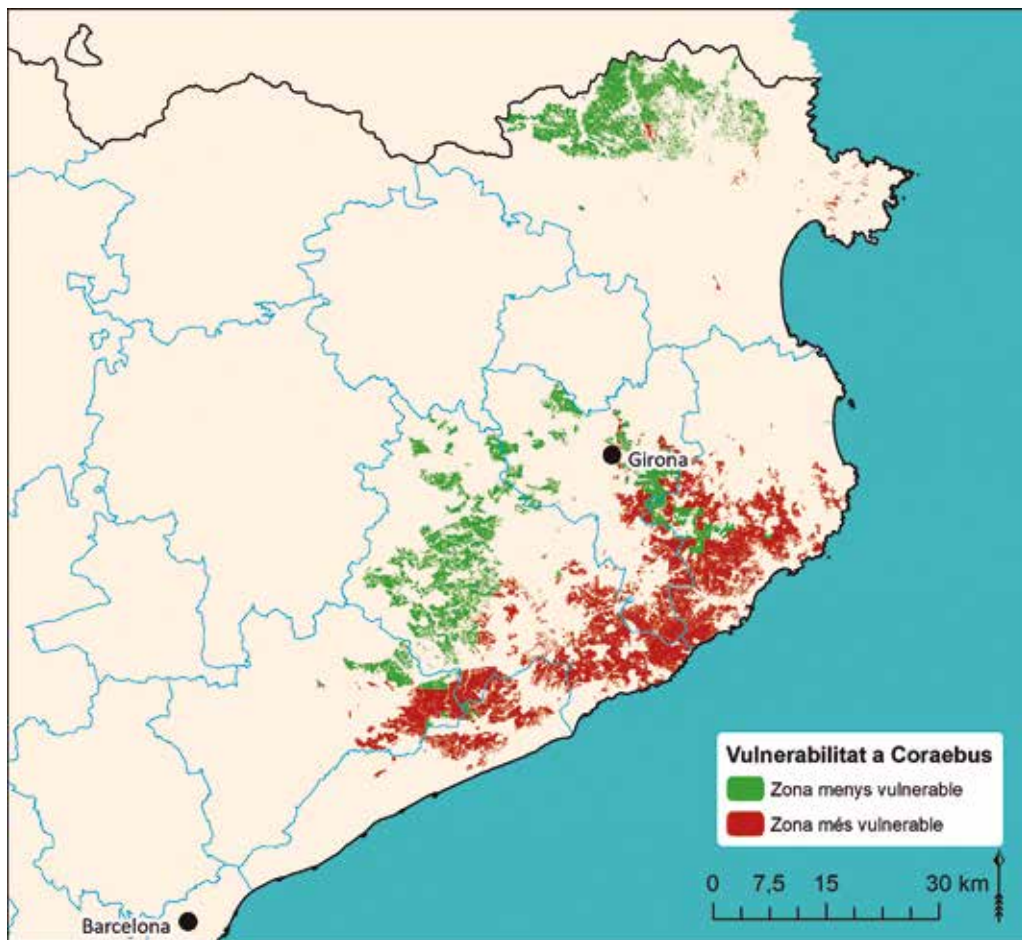


Figura 12. Classificació de les zones de sureda segons la predicció de captures de corc del suro, diferenciant les zones menys vulnerables (verd) de les més vulnerables (vermell) (Vulnerabilitat a Coraebus: Zona menys vulnerable, Zona més vulnerable).

capacitat de predicció del model, encara queden moltes altres variables que poden tenir una influència significativa en l'afectació per corc del suro, com les que fan referència a la vegetació (i a la gestió forestal).

Per definir les categories de zona més vulnerable i zona menys vulnerable s'ha utilitzat el model elaborat per predir les captures del 2018, fixant un valor de llindar. Les zones més vulnera-

bles són aquelles on es prediu un nivell de captures superior al valor de llindar (figura 12). Com a resultat, un 56% de les suredes se situen en les zones més vulnerables.

En qualsevol cas, queda patent que la capacitat predictiva del nivell de captures ha de ser millorada, especialment introduint-hi més dades més ben distribuïdes espacialment per representar totes les zones de sureda.

Amb tot, hi ha una incertesa elevada pel que fa a la predicció de l'afectació per corc del suro, així que aquesta primera avaluació de la vulnerabilitat de les suredes s'ha de prendre amb prudència. Les dades disponibles sembla que indiquen que les característiques de la vegetació no són determinants directament en els nivells d'afectació, tot i que una estructura forestal adequada

pot millorar l'efectivitat de les trampes (figura 13). En els nivells poblacionals de l'insecte hi interaccionen diversos factors, i fins i tot la mateixa biologia de l'insecte, amb característiques no del tot conegudes i amb possibles canvis recents induïts per les noves condicions climàtiques.



Figura 13. Rodal del projecte Life+Suber on s'han col·locat trampes per a insectes adults de corc del suro i s'han realitzat actuacions silvícoles de millora de l'estructura forestal. Les trampes funcionen principalment per la forma, el color i la col·locació, per això la gestió de la vegetació circumdant ajuda a la seva efectivitat.



Bibliografia

- Costa, P.; Castellnou, M.; Larrañaga, A.; Miralles, M.; Kraus, D. 2011. *La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo*. Unitat Tècnica del GRAF, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya, Barcelona. 87 p.
- De Cáceres, M.; Martín, N.; Cabon, A. 2017. *meteoland: Landscape Meteorology Tools*. R package.
- DGDRPF. 2016. *Mapa forestal de España. Escala 1:25.000. Catalunya*. Direcció General de Desenvolupament Rural i Política Forestal. Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient, Madrid.
- Díaz-Fernández, P. M.; Jiménez, M. P.; Catalán, G.; Martín, S.; Gil, L. A. 1995. *Regiones de procedencia: Quercus suber L.* ICONA. Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. ETSI Montes, Madrid.
- Díaz, M.; Pulido, F. J.; Pausas, J. D. 2009. «9330 Alcornocales de *Quercus suber*». A: Diversos autors. (ed.). *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Marí. Madrid, p. 58.
- EEA. 2008. *Impacts of Europe's changing climate - 2008. An indicator-based assessment (EEA Report No 4/2008)*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EUFORGEN. 2009 *Distribution map of cork oak (Quercus suber)*. European Forest Genetic Resources Programme. www.euforgen.org.
- Pausas, J. G.; Pereira, J. S.; Aronson, J. 2009. «The tree». A: Aronson, J.; Pereira, J. S.; Pausas, J. G. (eds.). *Cork Oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration*. Island Press. Washington DC, p. 11-21.
- Pereira, J. S.; Vaz Correia, A.; Joffre, R. 2009. «Facing climate change». A: Aronson, J.; Pereira, J. S.; Pausas, J. D. (eds.). *Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration*. Island Press. Washington D. C., p. 219-226.
- 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.; Cervera, T.; Baiges, T.; Farriol, R. 2014. *Tipologies forestals arbrades. 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. 346 p.
- Regato, P. 2008. *Adaptación al cambio global. Los bosques mediterráneos*. UICN Centre de Cooperació del Mediterrani, Màlaga, Espanya. 254 p.
- Ruiz de la Torre, J. 2006. *Flora mayor*. Organisme Autònom Parcs Nacionals, Ministeri de Medi Ambient, Madrid. 1.756 p.
- Vericat, P.; Piqué, M. 2012. «El cambio global: impactos probables sobre las formaciones de *Quercus* y gestión para la adaptación». A: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R. (eds.). *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. CTFC. Solsona, p. 29-46.
- Vieira, J. 1950. *Subericultura*. Dir. Geral. dos Serv. Florestais i Aquícolas, Lisboa.



Secció I

Gestió de la sureda per a l'adaptació al canvi climàtic

Teresa Baiges
Mario Beltrán
Roser Mundet

Situació actual de les suredes catalanes

Característiques de les suredes catalanes

Les suredes catalanes pertanyen al grup de les suredes de muntanya. Es localitzen en zones fitoclimàtiques més pròpies de l'alzinar i presenten densitats generalment elevades degudes a una gestió que clarament ha afavorit l'espècie durant els últims 150 anys, tot

i que amb algun interval de retrocés en funció de la rendibilitat de l'explotació surera.

Des del punt de vista biogeogràfic, a Catalunya es poden distingir quatre grans àrees de distribució de l'alzina surera, amb característiques ecològiques diferenciades (González *et al.*, 1993), a les quals cal sumar el seu propi historial de gestió i incendis, cosa que reverteix en una gran diversitat estructural (taula 1, figura 14).

Taula 1. Superfície i percentatge de superfície ocupada per l'alzina surera a Catalunya, per tipologia. A partir del mapa de Tipologies Forestals Arbrades (TFA) de Catalunya (Piqué *et al.*, 2014).

TFA	Alt Empordà ha (%)	Gavarres ha (%)	Montseny- Guilleries ha (%)	Montnegre- Corredor ha (%)
SUREDES PURES	9.334 (77%)	13.117 (42%)	5.309 (47%)	266 (4%)
SUREDES MIXTES AMB CONÍFERES	163 (1%)	12.789 (41%)	1.485 (13%)	4.666 (78%)
Bosc d'alzina surera i pi blanc	67	240	0	189
Bosc d'alzina surera i pi pinyer	84	11.190	880	4.477
Bosc d'alzina surera i pi pinastre	12	1.359	605	0
SUREDES MIXTES AMB PLANIFOLIS	2.651 (22%)	5.111 (16%)	4.445 (40%)	1.027 (17%)
Bosc d'alzina surera i altres planifolis	292	30	2.303	34
Bosc d'alzina surera i alzina	1.469	2.122	1.428	750
Bosc d'alzina surera i arboç	879	2.436	308	161
Bosc d'alzina surera i roures	11	523	405	82
Altres boscos mixtos dominats per alzina surera	448	54	105	13
Superfície total on l'alzina surera és espècie dominant	12.148 (100%)	31.017 (100%)	11.239 (100%)	5.958 (100%)

Mediterrani humit



El Montseny - Guillerics. Són les suredes situades en localitzacions més fredes, de vegades >600 metres, en substrat granític. Zona amb alta activitat forestal, amb freqüència de boscos mixtos amb planifolis, o pins procedents de repoblacions.



L'Alt Empordà. Suredes ben conservades, tot i que amb signes d'envelliment, entre 100 i 600 metres d'altitud, sovint pures o que formen un bosc mixt amb l'alzina. El 2012, un incendi forestal en va cremar 10.476 ha, la majoria, de sureda.

Mediterrani sec

(litoral, amb zones elevades que poden ser més humides)



El Montnegre - Corredor. Substrat exclusiu de roques granítiques. Suredes que formen boscos mixtos amb pins (pinyer, pinastre), alzines i arboços, moltes, no gestionades activament. Localitzades majoritàriament a la zona nord del massís.



Les Gavarres. En diferents substrats i formant boscos mixtos amb pins (pinyer, pinastre), alzines i arboços, tots, amb avantatge competitiu respecte a la sureda. A les zones regenerades d'antics incendis, la gestió és limitada.

Figura 14. Descripció general de les quatre zones de sureda catalana a partir de González *et al.* (1993), amb fotografies il·lustratives de finques gestionades en el marc del projecte Life+Suber.

A escala de rodal, i en funció dels requeriments ecològics de l'espècie, Piqué *et al.*, (2014) defineixen tres qualitats d'estació per a les suredes de Catalunya:

- **Qualitat alta (A).** Estacions òptimes per a la producció surera: pluviometria >700 mm (100 mm a l'estiu), zona exempta de nevades intenses, no exposada a tramuntana o vent de ponent, altitud <1.000 m i profunditat de terra >50 cm. La producció de suro de qualitat se situa entre 200 i 300 kg/ha a l'any o superior.



- **Qualitat mitjana (B).** Estacions sub-òptimes per a la producció surera: pluviometria >600 mm (>100 mm a l'estiu), zona exempta de nevades intenses, no exposada a tramuntana o vent de ponent, altitud <1.000 m. i profunditat de terra >40 cm. Produccions inferiors a les estacions de qualitat alta.



- **Qualitat baixa (C):** estacions no òptimes per a la producció surera: pluviometria <600 mm (100 mm a l'estiu), zona amb freqüents vents dominants secs, terres amb profunditat <30 cm de pedregositat abundant i amb afloraments rocosos.



El matollar típic de la sureda catalana és abundant i de port arbori, amb alçàries, densitats i recobriments que competeixen amb les suredes per la llum, l'aigua i els nutrients.

La gestió actual de les suredes: silvicultura o arboricultura?

Malgrat les diferències entre regions i qualitats d'estació, a Catalunya pot identificar-se un patró comú de gestió de la sureda, que segueix la lògica de la **producció sostenible i periòdica del suro de qualitat**. El suro és un dels productes no fusters de més importància econòmica. El seu aprofitament no requereix la tala de l'arbre, fet que ha apropat més la seva gestió a criteris propis de l'arboricultura que de la silvicultura, i ha donat lloc a un art i una ciència amb nom propi: la subericultura.



Figura 15. Pannes de suro apilades a la muntanya.

La gestió amb objectiu preferent de producció de suro ha afavorit el manteniment **d'estructures d'aparença irregular**, amb aprofitament de suro cada 12-16 anys, seguit de tallades de millora suaus basades més en criteris fenotípics i lligades a la producció surera (panna de mala qualitat, dificultat d'extracció...) que a promoure la regeneració. Ja el 1893, el forestal francès Lamay va afirmar, a partir de la seva experiència en suredes catalanes i franceses, que «cap propietari no talla alzines sureres productives per obtenir una regeneració futura» (citat a Montero *et al.*, 1994). Les tallades acostumen a realitzar-se entre el primer i el tercer any posteriors a l'extracció i, en alguna

ocasió, l'any anterior. La gestió de la sureda amb estructura regular és molt poc significativa en superfície i s'aplica en plantacions joves.

Pel que fa a la **gestió del matollar**, després d'un període en què van ser comunes les estassades totals en cada torn de pela, i en ocasions dues vegades cada torn, s'ha passat a limitar l'estassada a la mínima superfície necessària per garantir l'accessibilitat i seguretat en les actuacions lligades a l'extracció del suro. Ha influït en aquest canvi una reducció de la rendibilitat de l'explotació els últims anys a causa de la disminució del percentatge de suro de qualitat obtingut.

Efectes sobre la vitalitat i la producció

Amb l'aplicació continuada d'aquesta gestió tipus, es tendeix a la monoestratificació malgrat tenir arbres de diàmetres i edats variades. Aquesta estructura comporta una disminució de la producció, un desenvolupament excessiu del matollar, una reducció de la disponibilitat hídrica per arbre individual i un augment del risc i la vulnerabilitat en incendis.

Els problemes de falta de regeneració viable són freqüents, sobretot pel que fa a regeneració de llavor, cosa que accentua el problema de l'envelliment de les soques i comporta baixa diversitat genètica. A més, es tradueix en una baixa disponibilitat d'individus joves i vitals per a la substitució de les alzines sureres poc productives o la recuperació de la massa postincendi. A Catalunya es considera que prop del 50% de les suredes presenten algun problema de degradació.



Figura 16. Aspecte d'una sureda en producció amb alta densitat de peus, gestionada durant més de 200 anys (Montseny, Girona).

Una silvicultura per millorar la capacitat d'adaptació de les suredes al canvi climàtic

Tot i que és molt probable que el bosc mediterrani sigui capaç d'adaptar-se al canvi climàtic sense necessitat de la intervenció humana (Regato, 2008), es pot reflexionar si, a curt termini, podem assumir el cost social i territorial que això suposaria. Aquesta reflexió és més pertinent, encara, en el cas de les suredes, per les funcions econòmiques, ecològiques, socials i patrimonials que ofereixen, difícilment equiparables, en el seu conjunt, a qualsevol altra formació forestal i molt lligades a la seva estructura actual, altament antropitzada.

Es parteix, doncs, de l'assumpció que es volen mantenir les funcions actuals de la sureda i la cadena de valor que se'n deriva, i que això requereix una intervenció activa del gestor o gestora del bosc. Tenint en compte que la gestió aplicada avui conformarà les masses que hauran de ser capaces de fer front, en el futur, a més aridesa, freqüència i intensitat de les pertorbacions, és pertinent preguntar-se: hi ha una «silvicultura per a l'adaptació»?

La gestió forestal sostenible ja incorpora, més o menys intencionadament, moltes de les accions biològiques, físiques i socials que seran necessàries per donar resposta als canvis projectats (Spittlehouse, 2005). No obstant això, veurem que és possible dissenyar una silvicultura

més ben orientada a optimitzar aquesta gestió sota el prisma de l'adaptació.

Atributs d'una silvicultura per a l'adaptació

Atès que el tret principal del canvi global és la incertesa, la recomanació prèvia sorgeix del sentit comú i fa referència a buscar la **flexibilitat** en els objectius a llarg termini i a mantenir obertes diverses opcions possibles d'evolució del bosc, incloent-hi canvis bruscos de gran magnitud (per exemple, la mortalitat massiva de l'espècie).

En segon lloc, cal entendre que la **gestió per a l'adaptació** ha d'incloure una combinació de mesures que augmentin tant la **resistència com la resiliència** de la massa a condicions desfavorables o pertorbacions, és a dir, la capacitat de mantenir la seva estructura i les seves funcions bàsiques i, eventualment, la seva capacitat de **resposta i recuperació en** les noves condicions (CCSP, 2008).

Poden ser mesures que vagin dirigides a un efecte concret del canvi, que produeixin sinergies entre si o que fins i tot arribin a ser contraproductes entre si (com s'il·lustra més endavant en el cas de les estassades). Per això, no **hi ha cap recomanació global**, sinó que han de buscar-se solucions locals en funció dels condicionants de cada rodal i els objectius prioritaris de gestió, i, per trobar-les, s'ha de conèixer l'impacte dels diferents tractaments aplicats sobre la capacitat d'adaptació de la mas-

sa. Aquesta guia pretén, justament, insistir en aquest últim punt.

Finalment, i en general, és preferible procurar que l'adaptació sigui una **adaptació autònoma**, que pugui ser acompanyada de manera intencionada amb la silvicultura proposada.

Per al cas específic de la gestió de *Quercus mediterranis*, una de les primeres aproximacions a la gestió d'adaptació al canvi climàtic en aquestes espècies és la duta a terme per Vericat *et al.*, (2012), en què s'identifiquen **cinc grans blocs de mesures d'adaptació que cal considerar en *Quercus***, a partir dels impactes negatius principals detectats (figura 17):

1. *Millora de la vitalitat de les masses.*
2. *Adaptacions en les actuacions de regeneració.*
3. *Reducció de la vulnerabilitat als grans incendis forestals (GIF).*
4. *Foment de l'heterogeneïtat.*
5. *Facilitació de l'adaptació genètica.*

A més, la *millora de la qualitat de l'hàbitat i la funció de conservació de la biodiversitat* es considera una mesura transversal d'adaptació.

En aquesta secció de la guia es planteja la definició d'una silvicultura d'adaptació de la sureda a partir de dos eixos:

- els criteris d'adaptació que cal tenir en compte en la gestió per augmentar la resistència i resiliència de les masses d'alzina surera, i

- la identificació i sinergies entre els models de gestió optimitzats per a la producció de suro i la millora de la capacitat d'adaptació de la sureda.

L'argumentació teòrica segueix l'estructura de mesures d'adaptació proposades per Vericat *et al.*, (2012) per als *Quercus mediterranis*, tot i que es restringeixen exclusivament a les mesures que fan referència a l'**escala de rodal**.

La planificació de la gestió forestal a **escala de paisatge** és necessària en relació amb el canvi climàtic, i es preveu tant en el capítol introductor de la guia —amb la presentació dels mapes de vulnerabilitat—, com en el capítol de prevenció d'incendis.

Criteris de gestió per augmentar la capacitat d'adaptació de suredes

Millorar la vitalitat de l'arbrat

L'aigua és, sens dubte, el factor clau que s'ha de tenir en compte en la silvicultura d'adaptació del bosc mediterrani, en relació amb l'augment de vitalitat de les masses. En aquest sentit, és tan important augmentar la disponibilitat hídrica i l'eficiència en l'ús de l'aigua **en l'arbre individual**, com les mesures encaminades a retenir la màxima quantitat d'aigua **al rodal**.

- **Reducció de la competència.** La millora de la vitalitat de l'arbrat depèn de l'estructura de la massa (densitat) i del seu estat inicial en relació amb la qualitat d'estació (Serrada, 2001).

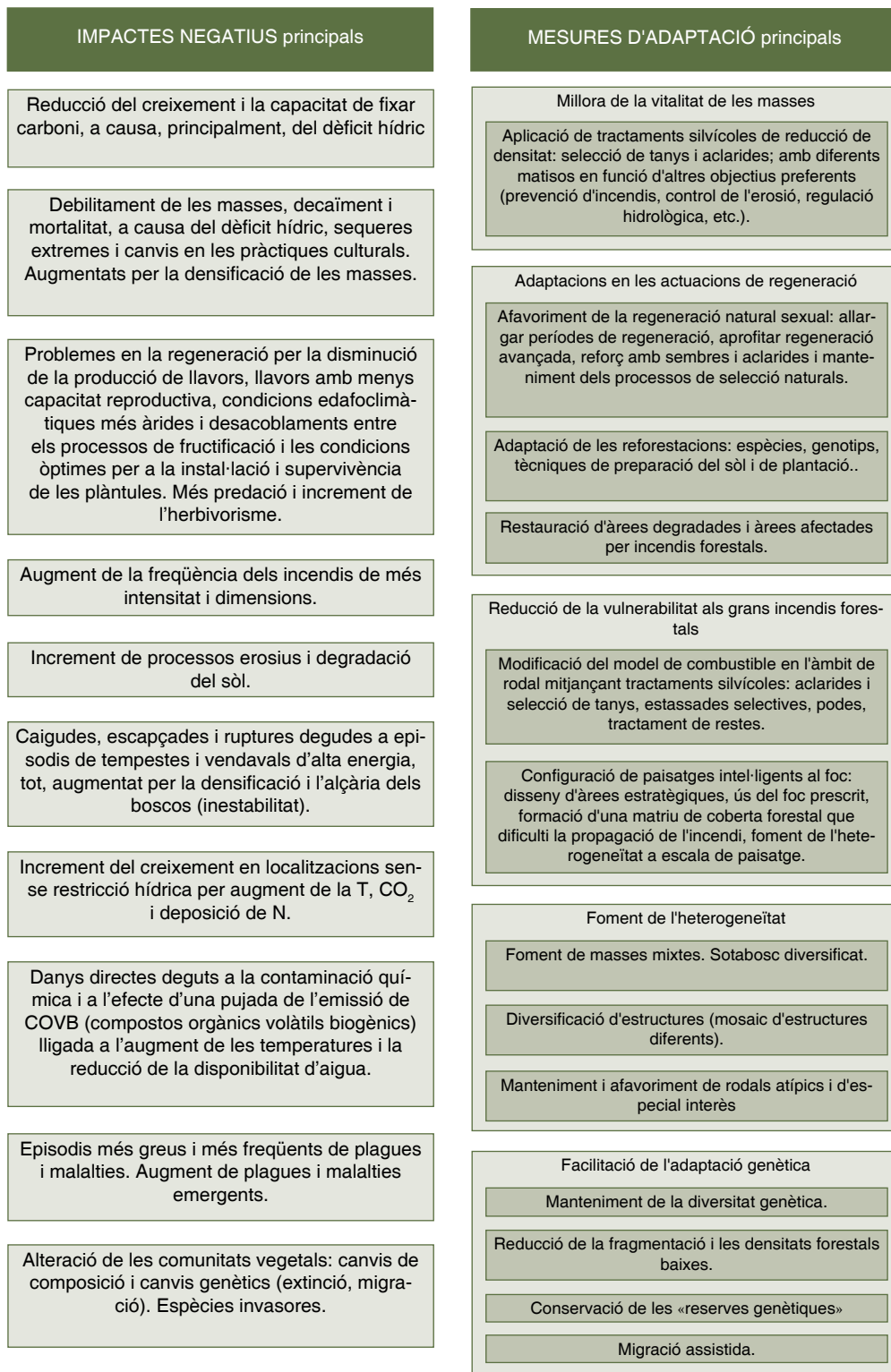


Figura 17. Mesures d'adaptació de les formacions de *Quercus* al canvi global, en l'àmbit de rodal i de paisatge, a partir dels impactes negatius principals detectats. Font: adaptat de Vericat *et al.*, (2012).

A les suredes catalanes, especialment de qualitats d'estació mitjanes o baixes, l'espessor és excessiva, a vegades dins la mateixa soca. Això debilita la massa, sobretot en masses tallades diverses vegades (especialment en zones afectades per incendis), amb la despesa consegüent de mantenir una estructura subterrània considerable. És necessari dur a terme **tractaments que redueixin la competència, per augmentar la vitalitat individual, i que promoguin el rejuveniment de la massa, per augmentar l'eficiència en l'ús de l'aigua**, especialment si s'afavoreix la regeneració per llavor. L'abundant matollar mediterrani també pot suposar una competència significativa a l'arbrat, i serà necessari valorar-ho en cada cas. No obstant això, en general, els beneficis que suposa mantenir el matollar en un context de canvi climàtic ultrapassen l'impacte negatiu potencial sobre el creixement de l'arbrat.

- **Manteniment/augment de la disponibilitat hídrica al rodal.** Es basa principalment en la gestió de la humitat ambiental, en què la gestió del matollar i de les restes de tallada tenen un paper fonamental. Així, mantenir certa coberta de matollar en zones seques o de recobriment arbori baix pot millorar la disponibilitat hídrica, principalment, per reducció de les pèrdues per evaporació, ja que protegeix el sòl de la insolació directa. En zones del litoral amb boires de condensació, les espècies que tenen un índex d'àrea foliar (LAI) més gran, com el bruc (*Erica*), actuen de

captadores de precipitació horitzontal. D'aquesta manera s'augmenta la disponibilitat hídrica del rodal. A les Gavarres, s'ha observat que l'aigua procedent de la precipitació horitzontal pot arribar a doblar l'aigua procedent de la pluja, a més de ser més freqüent (Botey, 2013). En aquesta mateixa sureda s'han observat altres efectes positius del manteniment del matollar en relació amb l'aigua: la possibilitat de recuperar l'aigua procedent de la mateixa transpiració de la vegetació, cosa que produeix un efecte tampó de la temperatura, i la presència d'espècies que acumulen aigua (*Arbutus*, *Viburnum*), fet que augmenta l'eficiència del sistema i redueix la inflamabilitat del rodal. En relació amb les restes de tallada, si es distribueixen per la superfície del rodal, en general, ajuden a mantenir la humitat del sòl en situacions de pluja d'intensitat moderada, d'una manera semblant al matollar. No obstant això, alguns experts documenten situacions en esdeveniments de pluja extrems (de molt alta o molt baixa intensitat), en què l'efecte de les restes ha estat contraproduent. Atès que les projeccions de canvi climàtic preveuen més recurrència d'aquests esdeveniments extrems, és recomanable aprofundir en aquest aspecte.

- **Limitació de l'estrès fisiològic de l'extracció.** La lleva produeix una pèrdua elevada d'aigua i saba per transpiració a través de la superfície pelada, en època de plena calor i baixa humitat. El creixement de l'arbre es frena durant uns dies i, a llarg ter-

mini, se'n redueix la vida. A moltes regions, com a Catalunya, els criteris tècnics que defineixen el període anual per la pela de suro i el pes (diàmetre mínim i alçària de l'extracció) estan regulats en la legislació. El canvi climàtic ja ha evidenciat la necessitat d'introduir modificacions en aquests criteris en la majoria de regions sureres de la península, com **avançar l'inici del període habitual d'extracció al maig i augmentar-ne el perímetre mínim, de 65 a 70 cm.** (figura 18) i recomanat, de 80 a 85 cm.

Foment de l'heterogeneïtat

- **Foment de l'heterogeneïtat d'espècies. La presència d'individus de diferents espècies, fins i tot de manera esporàdica,** garanteix l'existència d'una biodiversitat característica lligada a una espècie determinada o que necessita de la presència de diferents espècies alhora (Camprodon, 2013). D'altra banda, s'ha constatat que les masses mixtes són més productives que les masses pures, atès la diferent capacitat de les espècies per explotar els recursos en el temps i l'espai (Liang *et al.*, 2016). Les diferents estratègies funcionals de les espècies permeten, a més, que hi hagi més oportunitats de recuperació en cas de perturbacions. L'heterogeneïtat d'espècies fa referència tant a l'arbrat com als arbustos. En relació amb l'arbrat, aproximadament la meitat de les formacions amb presència d'alzina surera a Catalunya són formacions mixtes, és a dir, que altres espècies



Figura 18. Alzines sureres acabades de pelar. En la nova lleva s'ha reduït l'alçària excessiva de l'extracció anterior, per motius de rendibilitat de les operacions de lleva, fet que afavoreix la vitalitat de l'arbre.

arbòries, incloent-hi l'arboç, ocupen més del 20% de l'àrea basal (AB). En la gestió de la sureda, encara que es promogui la dominància de l'alzina surera, és important mantenir-hi altres espècies, en una quantitat suficient, per mantenir obertes les opcions de recuperació (figura 19). En relació amb el matollar, la recomanació és que com més divers millor, tenint en compte el comportament de les diferents espècies en relació amb l'aigua (retenen o emmagatzemen aigua), el foc (piròfites o no) i la seva biodiversitat associada (productores de fruit carnós o no), així com les seves estratègies de reproducció (rebrotadores o germinadores), que condicionaran el seu control.



Figura 19. Tractament en massa mixta d'alzina surera i alzina del Montnegre, en què s'han eliminat la majoria dels exemplars d'alzina.

- **Heterogeneïtat fenotípica:** facilitació de l'adaptació genètica. Mantenir l'alta diversitat fenotípica, pròpia de suredes i altres *Quercus*, afavoreix l'**adaptació *in situ*** de les seves poblacions (Benito Garzón, 2011). La diversitat fenotípica —que engloba diferències morfològiques (per exemple, el port), fenològiques (per exemple, dates de brotació) i fisiològiques (per exemple, les estratègies reproductives o la resistència a les sequeres)— és un indicador de la **diversitat genètica** i de la **plasticitat fenotípica** d'una població. La diversitat genètica incrementa la capacitat d'adaptació a llarg termini i facilita la migració, mentre que la plasticitat fenotípica ofereix resposta a curt termini i esmorteix els impactes negatius (figura 20).
- **Heterogeneïtat estructural.** La presència de diferents estrats de vegetació (herbaci, arbustiu, arbori) és clau no només per la diversa biodiversitat associada a cada un, sinó també pel paper que exerceixen en relació amb la conservació de la humitat ambiental del rodal.
- **Atenció a la regeneració.** La presència d'individus joves a les suredes és important perquè permeten realitzar una millora contínua de la massa i, com que són menys susceptibles al foc perquè no estan pelats, permeten abordar amb rapidesa la renovació després d'incendis, episodis de decaïments o altres imprevistos. A les suredes catalanes, la presència d'individus joves és escassa. Precisament, l'alta variabilitat fenotípica pot crear masses d'aparença irregular, tot i que formades per dues classes d'edat contigües com a màxim. La presència de nous individus s'ha de buscar: i) afavorint el desenvolupament



Figura 20. Variabilitat morfològica en una plantació d'alzina surera de 20 anys a les Gavarres.

pament de la regeneració en espera; ii) a partir de la selecció de tanys (de soca o arrel) d'arbres envellits o no productius tallats arreu, o iii) buscant l'aparició de nova regeneració de llavor, que contribuirà a augmentar també l'heterogeneïtat genètica de la massa. D'altra banda, el matollar ofereix una funció protectora de la regeneració, ja que l'amaga als possibles predadors i garanteix un microclima favorable durant els primers mesos o anys de vida del plançó, clau en rodals exposats a vents forts (figures 21 i 22).

Millora de la qualitat de l'hàbitat i augment de la biodiversitat

Promoure aquesta heterogeneïtat del sistema ja és, en si mateix, una mesura de millora de la biodiversitat. D'aquesta manera es fomenta la complexitat i la producció d'aliment (fruits, artròpodes), cosa que afavoreix la presèn-

cia del complex de fauna auxiliar tant d'artròpodes (parasitoides i predadors) com d'avifauna (Camprodon i Brotons, 2006), de vital importància per al control de diverses plagues (p.ex., *Lymantria dispar*). Però hi ha una sèrie **d'elements clau per a la biodiversitat** a què cal parar atenció:

- **Arbres de grans dimensions i arbres portadors de microhàbitat diversos.** Són vitals per a l'alimentació, cria o refugi de fauna específica. En aquest sentit, els *Quercus* i, en especial, l'alzina surera, per les característiques de l'escorça i de la seva explotació, tenen més facilitat que altres grups d'espècies d'arbres per allotjar microhàbitats, atesa la seva particular morfologia i capacitat rebrotadora, i per generar-los a una edat més jove (Emberger, *et al.*, 2016). Aquest fet, afegint-hi que la producció de suro no suposa la tallada de l'arbre, fa que retenir aquests elements al rodal no



Figures 21 y 22. A dalt, regeneració d'alzina surera de llavor desenvolupada amb la protecció del matollar en un rodal exposat a la tramuntana. A baix, soca de 60 cm de diàmetre que no ha rebrotat. Per a l'alzina s'ha estudiat que a partir dels 50 cm de diàmetre (150-250 anys), el 20% de soques no rebrota. (Serrada *et al.*, 2004).

suposi, en general, un conflicte amb el seu objectiu productiu (Figura 23).

- Fusta morta gran (diàmetre >22,5 cm) en peu i a terra en diversos estats de descomposició, per promoure les espècies saproxíliques, que depenen en algun moment del seu cicle vital de l'existència de fusta morta.
- Altres elements d'interès que afavoreixen el refugi, la cria i l'alimentació de fauna diversa. Com són la flora productora de fruit carnós, la presència de petites clarianes amb espècies herbàcies amb flors o la presència d'elements rocosos o aquàtics.

La Figura 25 recull uns quants exemples d'elements singulars presents en un rodal de l'Alt Empordà, que li confereixen un alt potencial d'allotjar biodiversitat.



Figura 23. Les característiques morfològiques pròpies de l'alzina surera i la seva gestió la fan una espècie favorable a acollir microhàbitats clau per a la diversitat biològica.



Figura 24. Les suredes tenen una llarga cadena de biodiversitat associada.

Fusta exposada formant *butxaques* i flux de saba.



Fusta morta a la capçada i cavitats de píctics.



Dendrotelms (cavitats d'arrel que emmagatzemen aigua).



Cavitats d'arrel i de tronc.



Molsa i líquens.



Ferides de foc.



Murs de pedra.



Fusta morta a terra de grans dimensions.



Fusta morta en peu i a terra, de grans dimensions.



Figura 25. Exemples d'elements clau per a la biodiversitat, identificats en una sureda de l'Alt Empordà.

Models de gestió que optimitzen la producció surera, millorant-ne la vitalitat: l'exemple dels models multifuncionals ORGEST a Catalunya

En general, **la gestió forestal sostenible ja incorpora molts dels trets definits per a la silvicultura d'adaptació al canvi climàtic**. No obstant això, les característiques particulars de la gestió de suredes, amb aclarides de baix pes i escassa atenció a la regeneració, encara atorguen un cert marge de millora.

En aquest sentit, l'aplicació de models silvícoles optimitzats per a la producció surera, pot aportar també, a més d'un augment de la productivitat a llarg termini, una sèrie d'avantatges adaptatius, generalment relacionats amb un increment més alt en la vitalitat de l'arbrat respecte a la gestió convencional, ja que acostumen a proposar concentrar la producció en pocs peus però de grans dimensions.

Si s'optimitzen des de l'òptica de la multifuncionalitat, poden aportar avantatges addicionals relacionats, per exemple, amb les mesures de prevenció contra grans incendis i d'atenció a la regeneració, com és el cas dels models ORGEST a Catalunya.

Les Orientacions de gestió forestal sostenible de Catalunya (ORGEST) defineixen models silvícoles innovadors que descriuen la gestió òptima per a les principals espècies forestals

en un context de multifuncionalitat. Per a l'alzina surera, els models ORGEST (Vericat *et al.*, 2013) optimitzen tres objectius preferents:

- La producció de suro.
- La prevenció de grans incendis forestals.
- La millora de la vitalitat de la sureda.

Els models definits per a estructures irregulars (o irregularitzades) de sureda (*figura 26*) proposen uns esquemes silvícoles basats en tres criteris bàsics:

- *Definició de paràmetres de control de la massa* —àrea basal (AB) i fracció de cabuda coberta (FCC)— **en funció de la qualitat d'estació**. Així, per a la qualitat d'estació alta, l'estructura que optimitza els objectius de producció, prevenció i vitalitat és la que presenta una **AB propera a 20 m²/ha**, sota suro, mentre que per a qualitats d'estació baixa és la que té una **AB al voltant de 16 m²/ha**, mantenint sempre una **fracció de cabuda coberta (FCC) del 60-70%** i una proporció entre grups de mida favorable a les classes diametral més grans.
- *Promoció de masses capitalitzades* en què els **arbres existents siguin més grans** però hi hagi menys densitat d'arbres per hectàrea. Es busca maximitzar la producció de suro al llarg del torn i aprofitar els efectes positius que aporten els recobriments alts sobre la protecció contra l'erosió i sobre el control del matollar (reduint, per tant, la càrrega i conti-

Qualitat d'estació alta. Producció de suro i prevenció d'incendis.

Estructura irregular por bosquets petits. Distribució de referència: $D_{m\grave{a}x_{sota\ suro}}$: 55 cm; N: 390 peus/ha; AB_{ss} = 20 m²/ha; FCC: 65%. Tallades de selecció cada torn de pela (12-14 anys) amb extracció d'un màxim del 20% de l'AB inicial.

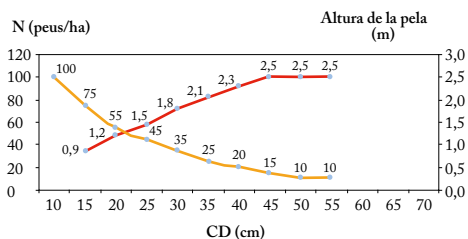
MODEL
Qs01

Productes i funcions

En cada torn de pela (12-14 anys) s'obtenen al voltant de 4.000 kg/ha de suro, uns 350 kg/ha dels quals corresponen a pelagrí (pes fresc). A més, és possible obtenir llenya comercial en les tallades de selecció, de forma orientativa, unes 15 t/ha.

Paràmetres silvícoles del model

Grup de mida	CD	Referència			
		N (peus/ha)	AB (m ² /ha)	AB (%)	Fcc (%)
No inv.	5	>150	–	–	5
Petit	10-15	175	2,1	10	10
Mitjà	20-30	135	6,4	31	22
Gran	35-40	45	4,9	24	15
	≥45	35	6,7	33	19
Tota la massa (CD≥10)		390	20,2	100	~65



Qualitat d'estació baixa. Producció de suro i prevenció d'incendis.

Estructura irregular por bosquets petits. Distribució de referència: $D_{m\grave{a}x_{sota\ suro}}$: 40 cm; N: 495 peus/ha; AB_{ss} = 16,5 m²/ha; FCC: 60%. Tallades de selecció cada torn de pela (12-14 anys) cada dos torns (28 anys), amb un pes màxim del 20% de l'AB inicial.

MODEL
Qs07

Productes i funcions

En cada torn de pela (14 anys) s'obtenen al voltant de 2.000 kg/ha de suro, uns 250 kg/ha dels quals corresponen a pelagrí (pes fresc). A més, és possible obtenir llenya comercial en les tallades de selecció, de forma orientativa, unes 10 t/ha.

Paràmetres silvícoles del model

Grup de mida	CD	Referència			
		N (peus/ha)	AB (m ² /ha)	AB (%)	Fcc (%)
No inv.	5	>150	–	–	5
Petit	10-15	280	3,5	21	16
Mitjà	20-30	165	7,7	47	27
Gran	35-40	50	5,3	32	16
	≥45	--	--	--	--
Tota la massa (CD≥10)		495	16,5	100	~60

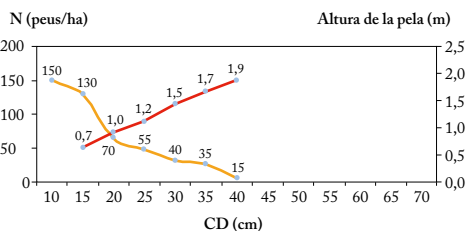


Figura 26. Models ORGEST para a la sureda d'estructura irregular, en estacions de qualitat A-alta (a dalt) i estacions de qualitat C-Baixa (a baix). La implementació, en el marc del projecte Life+Suber, dels models ORGEST ha permès avançar en la seva aplicació i divulgació, així com en la introducció dels nous criteris específics per a una major adaptació de les suredes als canvis pronosticats, descrits en aquesta secció.

nuïtat vertical de combustible i els costos d'estassada).

- *Estructuració de la massa per bosquets petits que facilitin la regeneració* i una millora de l'atenció a la presència de totes les classes d'edat, sempre atenent els requeriments ecològics de l'espècie (grau d'il·luminació segons la fase de desenvolupament).

Aquests models optimitzen la producció de suro al llarg del torn, amb produccions de 2.000 kg/ha de suro en qualitats baixes i de 4.000 kg/ha en qualitats altes. La producció mitjana actual a Catalunya estimada per productors experts és de 1.500 kg/ha, amb finques excepcionals de gran qualitat d'estació que arriben als 4.000 kg/ha.

Una de les recomanacions plantejades en el marc del projecte Life+Suber a escala de paisatge, **és la possibilitat de millorar la productivitat de la suroda facilitant-ne l'avanç cap a zones de més qualitat d'estació per a l'espècie, com ara vessants o fons de vall, tradicionalment reservats per a espècies fusteres més productives** (*Pinus radiata*, *P. pinaster*, *Castanea*).

Amb relació a l'adaptació de la massa al canvi climàtic, els models ORGEST aporten:

- *Flexibilitat amb relació als canvis previstos*, ja que es defineix la qualitat d'estació en funció de paràmetres extrínsecs de la massa (variables ecològiques, com la pluviometria).

La seva possible variació com a conseqüència del canvi climàtic permetria adaptar els paràmetres de control a la nova situació creada.

- *Millora de la vitalitat de la massa respecte a la gestió convencional* (que aplica aclarides poc intenses, gairebé sanitàries), ja que es promouen estructures capitalitzades amb menys arbres, cosa que redueix la competència individual, aspecte clau en vista d'una disminució de la disponibilitat hídrica. L'impacte de la gestió en la vitalitat de l'arbrat s'ha avaluat en el marc del projecte Life+Suber, mitjançant un índex, l'NDVI, a partir de les dades de teledetecció per satèl·lit de les missions Landsat i Sentinel (figura 27). Propostes de gestió similars en suredes a França i Turquia evidencien l'alta compatibilitat d'aquest tipus d'estructures menys denses, tot i que més capitalitzades, amb un augment en l'eficiència en l'ús de l'aigua per l'arbrat (Khalfauri, 2018).
- *Atenció a la regeneració*, ja que es proposa aplicar tallades per bosquets petits com a estratègia per potenciar el desenvolupament de la regeneració en espera, present sota la coberta d'alzina surera i matollar, en masses amb dèficit d'individus joves que permetin plantejar el rejuveniment de la massa.
- *Millora de la resistència i resiliència contra els grans incendis*, ja que es creen estructures amb discontinuïtat vertical de combustible sostinguda

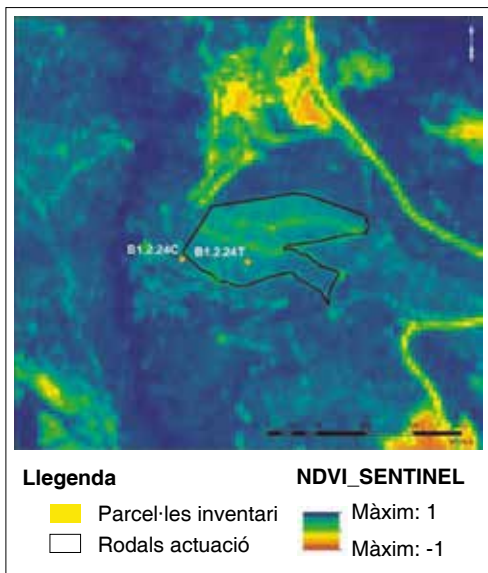


Figura 27. Exemple de l'NDVI amb dades de la Sentinel en un rodal demostratiu del projecte Life+Suber a l'Alt Empordà, al cap de dos anys de l'actuació (models ORGEST Qs04). Aquest índex permet avaluar els canvis de vitalitat de l'arbrat en rodals gestionats en comparació amb els no gestionats.

en el temps i amb individus joves menys vulnerables al foc (no pelats). La compatibilització de l'objectiu productiu amb l'objectiu de prevenció de grans incendis en aquests models es desenvolupa àmpliament a la «Secció II» de la guia.

- Foment de l'heterogeneïtat d'espècies. A partir dels models ORGEST de masses pures presentats, s'han descrit, també, orientacions silvícoles per a les principals masses mixtes presents a Catalunya. En funció de la dinàmica de la massa mixta i de criteris productius específics de cada rodal, es recomanen diferents opcions de gestió (taula 2), que preveuen mantenir les dues espècies a escala de rodal, en diferents proporcions.

Tot i que matemàticament és possible optimitzar un model de gestió que inclogui totes les mesures d'adaptació assenyalades en l'apartat anterior, sempre hi haurà aspectes que s'hauran d'aplicar com a tractament, ja que fan referència a criteris de selecció de les espècies i individus que s'han de tallar, mantenir o potenciar, en l'àmbit de microestació. Alguns d'aquests criteris són difícilment discriminables en models silvícoles definits per paràmetres de massa.

Taula 2. Principals masses mixtes presents a Catalunya, superfície ocupada i opcions de gestió previstes en les ORGEST (Vericat *et al.*, 2013).

Boscós mixtos amb alzina surera	Superfície (ha)	Manteniment de la massa mixta (les 2 espècies amb >20% AB)	Avanç cap a la dominància de l'alzina surera	Augment de la proporció de l'altra espècie
Alzina surera i pi blanc	496	✓	✓	X
Alzina surera i pi pinyer	16.631	✓	✓	✓
Alzina surera i pinastre	1.976	✓	✓	✓
Alzina surera i alzina	5.769	✓	✓	✓
Alzina surera i roure	1.022	✓	✓	✓
Alzina surera i arboç	3.784	✓	✓	X
Alzina surera i altres planifolis	2.658	✓	✓	✓

Tractaments d'adaptació proposats per a la sureda

Els tractaments silvícoles es defineixen a partir dels paràmetres de massa establerts als models i dels diferents criteris d'execució fixats, inclosos els d'adaptació. En conjunt, formen les *normes silvícoles* de l'actuació. Aquestes normes són específiques de cada rodal en funció de les seves característiques i objectius. No obstant això, és possible definir, de manera general, una sèrie de **tractaments d'adaptació al canvi climàtic per a la gestió de suredes**, (taula 3) com segueix:

Estassades parcials i selectives

La reducció del matollar s'aplica actualment seguint criteris lligats a la producció de suro (garantir la seguretat dels treballadors, afavorir la circulació de l'aire i reduir el risc d'afectació de l'alzina surera pel fong *Diplodia corticola*, així com criteris de prevenció de grans incendis. En un context de canvi climàtic, els beneficis que ofereix la presència de matollar són crucials, i han de potenciar-se, en la mesura que sigui possible, valorant per a cada rodal els inconvenients que suposa mantenir-lo.

- **Pes:** mantenir part de la coberta arbustiva en un percentatge variable en funció de la necessitat o l'objectiu de l'estassada. Si es vol mantenir una baixa vulnerabilitat a generar incendis de capçada i reduir la competència pels recursos, el recobriment del matollar serà d'un màxim del

30% o 40%. Aquest criteri és compatible amb la lògica de les estassades per afavorir l'accés a l'arbre i pot ser una primera directriu bàsica per a la persona encarregada dels treballs. Sempre es prioritzarà mantenir el matollar en les àrees que hi hagi menys cobertura d'alzina surera. En algunes situacions, l'efecte negatiu de la competència que suposa el matollar pot veure's compensat pel seu efecte facilitador en un context de canvi climàtic, cosa que en contraindicaria l'estassada. Per exemple:

- En àrees de la zona litoral (serres del Montnegre i les Gavarres) o amb boires habituals, el matollar, especialment l'*Erica*, pot capturar la precipitació horitzontal (boires de condensació) i augmentar, així, la disponibilitat hídrica (Botey, 2013), per això caldrà considerar mantenir-lo en estacions menys favorables a retenir aigua edàfica.
- En zones exposades a vents forts i secs (Alt Empordà) en què es vol afavorir la regeneració, el matollar pot actuar de facilitador en els primers estadis, per tant, convindrà mantenir-lo al voltant dels plançons de llavor. Si es desbrossa, cal respectar espècies de matollar de creixement lent o moderat que compleixin amb aquesta funció auxiliar de protecció de la regeneració natural.

Taula 3. Beneficis i compatibilitats de la gestió adaptativa al canvi climàtic.

Mesura d'adaptació	Conseqüències	Impacte sobre la capacitat d'adaptació al canvi climàtic
1. Tallades de selecció, amb criteris positius i d'heterogeneïtat	<ul style="list-style-type: none"> • Reducció de la competència: Millora de l'eficiència en l'ús de l'aigua i major disponibilitat hídrica i d'altres recursos per als individus restants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la vitalitat dels arbres i la persistència (=resistència + resiliència) i estabilitat de la massa.
2. Masses capitalitzades (menys arbres però de dimensions majors) i recobriments alts	<ul style="list-style-type: none"> • Control del matollar a llarg termini, que permeti mantenir discontinuïtat vertical i horitzontal de combustible i major circulació d'aire. • Major superfície de lleva, major calibre del suro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis. • Reducció del risc d'atac de plagues. • (Augment de la fixació de carboni en el suro).
3. Atenció a la presència d'individus joves, procedents de llavor, si és possible	<ul style="list-style-type: none"> • Presència d'individus joves vitals. • Facilitat de renovació de les masses forestals després de perturbacions (incendis, sequera, decaïments, etc.). • Major heterogeneïtat genètica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la capacitat de persistència de la massa. • Millora de la vitalitat.
4. Retenció d'espècies i individus d'interès en les tallades (arboç, roure, alzina...)	<ul style="list-style-type: none"> • Heterogeneïtat d'espècies i de trets funcionals. • Presència d'una estructura favorable a allotjar major biodiversitat (p. ex. arbres vius portadors de microhàbitats, fusta morta en peu i en el terra). 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de l'hàbitat. • Millora de la biodiversitat del rodal - més capacitat de control de plagues (p. ex. presència d'aus insectívores). • Millora de la resiliència de la massa.
5. Selecció de tanyes	<ul style="list-style-type: none"> • Reducció de la competència: Millora de l'eficiència en l'ús de l'aigua i major disponibilitat hídrica i d'altres recursos per als individus restants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la vitalitat dels arbres i la persistència i estabilitat de la massa.
6. Podes de formació	<ul style="list-style-type: none"> • Menor superfície foliar. Major productivitat i facilitat de lleva. Major qualitat del suro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la vitalitat.
7. Conservació parcial i selectiva de la coberta de matoll (estassades selectives)	<ul style="list-style-type: none"> • Presència parcial: i) Millora de la disponibilitat hídrica (Limitació de la insolació directa, captura precipitació horitzontal); ii) Major diversitat potencial d'allotjar espècies de fauna, capaces d'actuar en el control de plagues. • Absència parcial: i) Millora de la circulació de l'aire (menys atacs fúngics); ii) Estructura amb discontinuïtat horitzontal (Dificultat per a generar un incendi de capçades). 	<ul style="list-style-type: none"> • Més disponibilitat hídrica a nivell de rodal. • Reducció de l'atac de plagues (p. ex. el fong <i>Diplodia corticola</i>). • Més persistència i estabilitat de la massa • Resistència a incendis.
8. Trossejat de les restes de tallada i estassada, i distribució del rodal	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la disponibilitat hídrica del rodal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Millora de la vitalitat dels arbres.

- En rodals de molt alta qualitat (per exemple, fons de vall en àrees seques), alguns gestors mantenen la competència del matollar per ajudar a aconseguir creixements més lents i regulars del suro, cosa que li confereix més qualitat.

En rodals on el combustible problemàtic és el combustible d'escala (com rodals d'alta qualitat on l'estrat dominant té una alçària diferenciada del matollar alt), pot utilitzar-se com a directriu l'eliminació del matollar que superi els 1,30 metres, respectant sempre el manteniment del 30-40% de recobriment de matollar i afavorint les espècies esmentades com a prioritàries.

- **Criteris de selecció:** es prioritzarà conservar preferentment espècies rebrotadores (*Arbutus*, *Viburnum*), en què es durà a terme una selecció de tanyes respectant els 1-3 peus de reserva més vigorosos i verticals per mata, amb la intenció de promoure el seu port arbori per distanciar les capçades del combustible de superfície. S'eliminaran prioritàriament les espècies de creixement més ràpid, les germinadores més piròfites i de port baix (*Ulex*, *Cistus*), per eliminar combustible de superfície i les espècies més abundants. Les espècies germinadores mantenen un banc de llavors abundant a terra. Cal procurar mantenir individus d'espècies productores de fruit carnós, apetibles per a diferents espècies de fauna, possibles predadores del *Coraebus*.

Tallades de selecció mixtes amb criteris de millora

L'objectiu de les aclarides ha d'incloure: la reducció de la competència, adequant l'estructura a la qualitat d'estació; garantir la presència d'individus joves; i potenciar l'heterogeneïtat.

- **Pes:** variable, però, en general, moderat al voltant del 20% de l'àrea basal inicial, excepte en suredes molt envellides que es vol rejuvenir, on es pot augmentar la intensitat de tallada. Es recomana mantenir estructures amb una FCC d'almenys un 60% (qualitat d'estació baixa) o 70% (qualitat d'estació alta), per evitar la proliferació excessiva del matollar. Encara que la intensitat de tallada s'ha d'adaptar a les característiques de cada bosquet, es recomana deixar com a màxim una àrea basal d'uns 20 m²/ha sota suro en qualitats d'estació alta i uns 16 m²/ha en qualitats d'estació baixa.
- **Criteris de selecció:** s'han d'eliminar les alzines sureres de baixa qualitat en relació amb la producció de suro, mantenint els peus dominants, sans i vigorosos, que mostrin una bona taxa de creixement i productivitat de suro, i ben formats: rectes i drets, amb un canó llarg i una capçada equilibrada ($\emptyset \geq 1/3$ h). S'ha d'aprofitar l'ocasió per promoure les alzines sureres més vigoroses i productives mitjançant l'eliminació de la seva competència; **buscar la regeneració i promoure la presència de diferents classes d'edat, concretant l'AB en les classes diàmeters superiors (>50% AB en arbres de diàmetre >35 cm en qualitat alta i > 30 % en qualitat baixa).** S'han de



Figura 28. A l'esquerra, estassada total. A la dreta, estassada parcial i estassada selectiva amb selecció de tanys de les mates d'*Erica*.

mantenir altres espècies arbòries, principalment frondoses, com l'arboç (*Arbutus unedo*), roures o alzines (*Quercus* sp.), en una proporció que no afecti el desenvolupament i producció de la sureda (màxim, el 20% de l'AB), en masses pures. En masses mixtes, s'han de seguir les recomanacions previstes en les OR-

GEST (Vericat *et al.*, 2013) per a les diferents masses mixtes existents. S'han d'identificar i retenir elements de biodiversitat clau al rodal (arbres >CD >45, arbres portadors de microhàbitats) i mantenir o deixar fusta morta de CD >25 en peu i a terra.

Selecció de tanys



Figura 29. Rodal regenerat després de la tallada feta l'any posterior a l'incendi. A l'esquerra, mata amb rebrots no diferenciats. A la dreta, diferenciació de 3 rebrots dominants.

A l'igual que en les aclarides, la selecció de tanys són actuacions necessàries de reducció de competència, que augmenten la vitalitat de l'arbrat.

- **Pes:** es deixarà preferentment un peu per soca, però si els rebrots són molt joves, abundants i hi ha una diferenciació escassa, es podran deixar com a màxim tres tanys per soca.
- **Criteri de selecció:** preferentment es deixaran els peus de més vitalitat, diàmetre, alçària, formació més vertical, capçada equilibrada (diàmetre de capçada superior a un terç de l'alçària de l'arbre), estabilitat física, alta capacitat de reacció a l'alliberament (rebrotos no dominats) i com més separats millor, si pertanyen a la mateixa soca.

Podes de formació

L'objectiu és fomentar la qualitat del suro futur mitjançant l'elevació de l'alçada de la capçada. D'aquesta manera es crea un canó sense branques d'una alçària que facilita l'aprofitament surer.

- **Pes:** en les podes de formació no se superarà una alçària de $2/3$ de la total de l'arbre. S'intentarà aconseguir la màxima longitud de canó lliure de branques. Es procurarà tallar les branques que s'han d'eliminar abans que arribin als 3 cm de diàmetre. En conjunt, en les podes de formació i de neteja de canó no s'extraurà, en cap cas, més del 50% de la superfície foliar de l'arbre.
- **Criteri d'aplicació:** en general, no es realitzaran podes de l'arbrat adult. En tot cas, es realitzaran només quan responguin a un objectiu clarament definit, com és la creació de discontinuïtats verticals per a la reducció de la vulnerabilitat als focs



Figura 30. Lleva de suro.

de capçades, o si responen a un ús combinat silvopastoral. En aquests casos, les podes de manteniment en suros adults no afectaran més d'un terç del total de la biomassa de la capçada, ni branques amb diàmetres superiors a 18 cm que modifiquin la forma natural de l'arbre.

la ràpida descomposició i incorporació al sòl es recomana realitzar el trossejament curt *in situ*, de manera que no se superi els 0,5 m d'alçària del sòl i l'acordonat per corbes de nivell.

Tractament de les restes

L'objectiu principal és evitar el risc d'incendi. En general, es realitza un trossejament curt *in situ* per facilitar la ràpida descomposició i incorporació al sòl i es fa una extracció o trituració mecànica en zones adjacents a camins. Si l'estassada és manual, es trossegem les restes llenyoses de diàmetre superior a 5 cm en peces d'1 a 1,5 m de longitud i es deixen esteses al sòl, repartides homogèniament. Si l'estassada és mecànica, les restes es trituraran amb la mateixa eruga desbrossadora. Per facilitar



Figura 31. Restes de la tallada de pi pinyer en una massa mixta d'alzina surera i pi pinyer al Montnegre, trossejades i repartides.

Casos pràctics de gestió productiva de suredes i d'adaptació al canvi climàtic

Actuacions implementades en el projecte Life+Suber

S'han realitzat actuacions de gestió de suredes en setze rodals, quatre a cada àmbit de distribució de la surera a Catalunya (Alt Empordà, les Gavarres, Montseny-Guilleries i Montnegre-Corredor). Vuit rodals en qualitat d'estació alta, de 3 hectàrees, i vuit en qualitat d'estació baixa, en 5 hectàrees cada un.

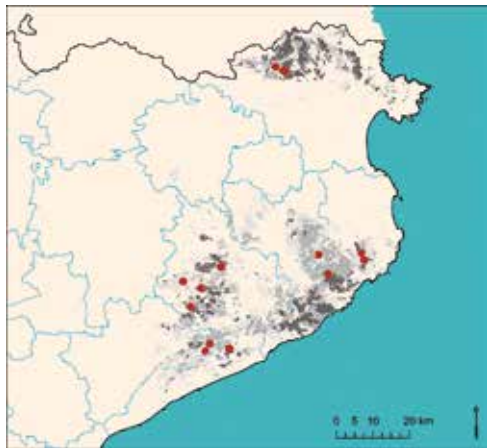


Figura 32. Localització dels 16 rodals en els quals s'han implementat actuacions silvícoles per a millorar la capacitat productiva i la seva adaptació al canvi climàtic.

Objectius i definició de les actuacions

L'objectiu de les actuacions silvícoles implementades ha estat la millora de la capacitat productiva del rodal i la seva

adaptació al canvi climàtic, principalment en relació a la millora de la vitalitat de l'arbrat. Es va establir l'esquema de rodals demostratius següent:

- **Dos escenaris de qualitat d'estació:** Alta i Baixa. Es defineixen segons els criteris establerts per Piqué *et al.* (2014) per a les suredes catalanes, tenint en compte que la qualitat Baixa contemplada en el Life+Suber es correspon amb la classe de qualitat mitjana definida en el manual de les *Tipologies Forestal Arbrades*.
- **Dues intensitats d'estassada:** Total i parcial, que es combinen amb els escenaris de qualitat d'estació.

A tots els rodals es va realitzar la lleva de suro durant l'estiu de 2015, just després de l'estassada i abans de la tallada de millora, amb dues excepcions, una en què la lleva es va realitzar abans de l'estassada i una altra, després de l'aclarida.

Principals resultats

- En quant a la **producció de suro**, a tots els rodals es va situar entre 1,5 tn/ha i les 3,5 tn/ha. Aquestes diferències de producció es relacionen amb les quatre àrees de localització dels rodals (taula 4), no existint cap diferència significativa entre qualitats d'estació (taula 5). Les diferències estructurals entre les suredes de les diferents àrees (des de les suredes envellides de l'Alt Empordà fins a les suredes mixtes i joves del Montnegre), i el nivell d'afectació per *Corae-*

Taula 4. Diferències de producció i qualitat de suro entre zones biogeogràfiques, per als 16 rodals del projecte (4 per cada zona). Alt Empordà i Montseny pertanyen al Mediterrani humit, mentre que les Gavarres i el Montnegre pertanyen al Mediterrani sec.

	SURO (t/ha)				LLENYA (t/ha)			FUSTA PI (t/ha)	
	Suro (A+B)	Rebuig i Pelagrí	Total	% Suro classe A	Suro	Alzina	Altres	Serra	Tritur.
Alt Empordà	0,13	1,60	1,73	5%	62,0	5,3	0,0	0,0	0,0
Montseny	0,46	3,02	3,48	11%	16,3	3,1	3,8	0,3	0,5
Gavarres	0,60	0,94	1,49	26%	2,3	4,2	1,6	1,4	0,0
Montnegre	0,30	2,30	2,60	9%	1,5	5,7	0,0	16,0	16,0

Taula 5. Diferències de producció entre qualitats d'estació, per als 16 rodals del projecte (8 per cada qualitat)

Qualitat d'estació	SURO (t/ha)			
	Suro (Classe A+B)	Rebuig i Pelagrí	Total	% Suro Classe A
Alta	0,34	1,91	2,25	11%
Bixa	0,39	2,02	2,40	14%

bus, poden explicar les diferències de producció i de qualitat del suro en aquesta lleva.

Al final de la secció es detallen les actuacions implementades en 4 d'aquests rodals, representatius de les diferents tipologies de sureda existents a Catalunya.

- Quant a la **vitalitat de la massa**, als 2 anys d'haver realitzat les actuacions ja s'observen algunes diferències en la resposta de la vitalitat dels arbres, que permeten extreure les primeres conclusions preliminars:
 - **Les actuacions d'aclarida i es-tassada selectiva generen un creixement en diàmetre d'entre el 7 i el 21%** (més alt en quali-

tats d'estació baixes), mentre que **les zones control (sense cap tractament) no presenten un creixement significatiu en aquests 2 anys**. Les actuacions aplicades mantenen una coberta arbòria del 70-75%, arbustiva per sobre del 30% i una àrea basal de 15-17 m²/ha.

- **Les actuacions d'aclarida i es-tassada generen un creixement en diàmetre d'entre el 2 i el 8%** (més alt en qualitats d'estació baixes), mentre que les zones de control no tenen un creixement significatiu. Aquestes actuacions mantenen una cobertura arbòria del 70-75%, arbustiva inferior al 10% i una àrea basal de 15-17 m²/ha.

Aquests resultats evidencien un **impacte positiu i immediat de la gestió en la vitalitat de la massa i, en particular, el paper crucial del matoll**, la presència del qual podria justificar un major creixement (més del doble) en

aquells rodals en què es va realitzar una estassada parcial respecte d'aquells en què es va realitzar una estassada total, que es pot atribuir a una menor pèrdua d'aigua per insolació directa.

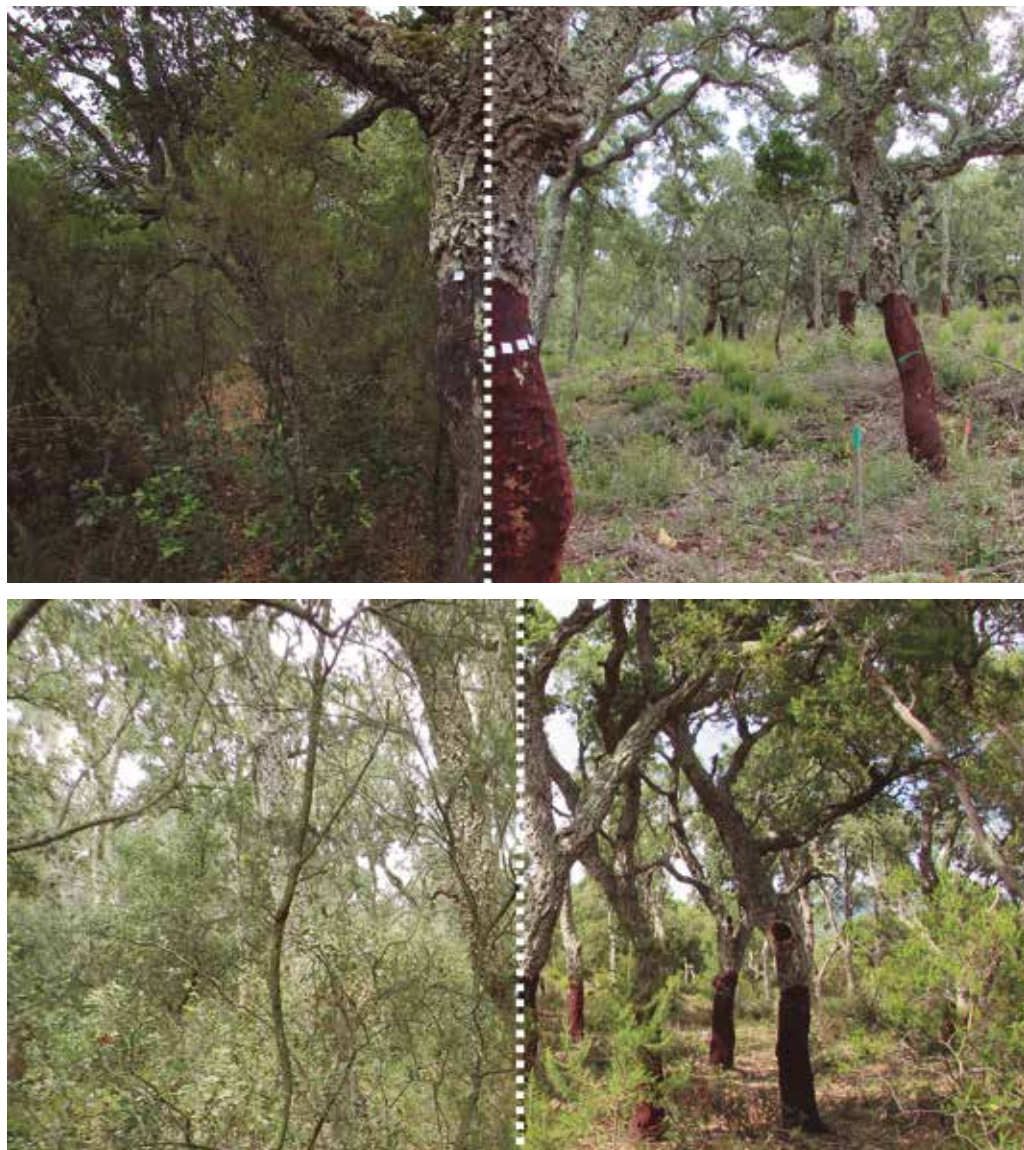






Figura 33. Aspecte de dos parcel·les demostratives i de seguiment abans (esquerra de cada fotografia) i després (dreta de cada fotografia) de les intervencions silvícoles.



EXEMPLE 1. MASSA PURA EN QUALITAT D'ESTACIÓ MITJANA, AL MONTSENY

Característiques generals del rodal			
Comarca	Selva	Precipitació mitjana anual	822 mm
Altitud mitjana	260 m	Temperatura mitjana de les mínimes / anual / màximes	2,0°C / 14,1 °C / 27,6°C
Pendent mitjà	<35%	Orientació predominant	Sud
Situació de partida i objectiu			
<p>Rodal amb una densitat excessiva en relació a la seva qualitat d'estació. Es proposa reduir la competència, ajustant l'AB a la que es proposa en els models ORGEST per a qualitats d'estació més baixes. Tot i que es tracta d'una massa pura hi ha una presència abundant de regenerat a l'espera de <i>Quercus ilex</i> y <i>Q. suber</i> a l'estrat arbustiu.</p>			
Tractaments			
<ul style="list-style-type: none"> • Tallada de millora (de tipus selecció), fins a ajustar l'àrea basal a uns 16 m²/ha sota suro. Es mantenen peus de sureda de millors aptituds productives, vitalitat i conformació. S'eliminen al voltant de 200 peus/ha de suro de tots els grups funcionals (CD), sobretot de CD 10 dominats o de mala conformació i entre 25-30 individus competidors de surera de qualitat. • Estassada quasi total, mantenint el 15% de coberta arbustiva. S'ha realitzat de forma manual, amb motoserreta. No s'han seguit criteris de selecció. • Lleva del suro: 3,9 tn/ha (13% suro de classe A). • Tractament de les restes de tallada, per trossejat curt <i>in situ</i>. 			
Resultats			
		Abans de la intervenció	Després de la intervenció
		<i>Estrat arbori</i>	
Densitat total (peus/ha) (Densitat alzina surera)		738 (727)	540 (529)
AB total (m ² /ha) (AB alzina surera)		22,1 (22)	16,1 (16)
Dn mitjà (cm)		15,0	14,6
Do dominant (cm)		32,3	30,8
		<i>Estrat arbustiu</i>	
Espècies principals (per ordre d'abundància)		<i>Erica</i> > <i>Q. suber</i> > <i>Cistus ladanifer</i>	<i>Erica</i> > <i>Ruscus</i> > <i>Q. ilex</i>
Recobriments total (%)		36	8
Altura mitjana (cm)		215	225
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ABANS</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>DESPRÉS</p> </div> </div>			
Valoració			
<p>Tallada de transició per a ajustar la massa a la corba ideal definida que preveu 30% de l'AB del rodal concentrat en les classes diametral majors. Tot i que de manera indirecta, part del regenerat a l'espera s'ha vist afavorit per la tallada i estassada.</p>			



EXEMPLE 2. MASSA PURA DE QUALITAT BAIXA, A L'ALT EMPORDÀ

Característiques general del rodal			
<i>Comarca</i>	Alt Empordà	Precipitació mitjana anual	861 mm
<i>Altitud mitjana</i>	260 m	Temperatura mitjana de les mínimes / anual / màximes	2,4°C / 13,9 °C / 26,3°C
<i>Pendent mitjà</i>	<10%	Orientació predominant	Nord-est
Situació de partida i objectiu			
<p>Rodal en terreny molt magre situat prop d'una antiga pedrera. Sureda envellida. Presència puntual d'alzina. L'objectiu de l'actuació és la reducció de la competència ajustant la densitat a la que es proposa en els models ORGEST, per a qualitats baixes, la cerca de nous peus joves ben conformats i l'augment de l'heterogeneïtat del rodal.</p>			
Tractaments			
<ul style="list-style-type: none"> • Tallada de millora (de tipus selecció) intensa, fins a ajustar l'àrea basal als 16 m²/ha sota suro, mantenint una FCC>60%. S'han eliminat uns 300 peus/ha de totes les CD intentant augmentar la proporció de peus de CD majors. Aclarida centrada majoritàriament en peus menors de mala conformació, suredes de baixa aptitud productiva i peus de <i>Quercus ilex</i> competidors. S'han mantingut 10 arbres morts en peu/ha. Els arbre vius identificats com a portadors de microhàbitats d'interès (cavitats i branques grans mortes) s'han mantingut en el rodal. • Estassada parcial, es buscava una cobertura de matoll entre el 30% i el 40%. • Lleva de suro: 1,7 tn/ha (5% suro de qualitat). • Tractament de les restes de tallada, per trossejat curt <i>in situ</i>. 			
Resultats			
		Abans de la intervenció	Després de la intervenció
		<i>Estrat arbori</i>	
Densitat total (peus/ha) (Densitat alzina surera)		705	374
AB total (m ² /ha) (AB alzina surera)		20,08	16,0
Dn mitjà (cm)		14,3	20,8
Do dominant (cm)		32,7	32,3
		<i>Estrat arbustiu</i>	
Espècies principals (per ordre d'abundància)		<i>Erica</i> > <i>Ulex</i> > <i>Arbutus</i>	<i>Q. suber</i> > <i>Ulex</i> > <i>Erica</i>
Recobriment total (%)		36	25
Altura mitjana (cm)		215	51
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ABANS</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>DESPRÉS</p> </div> </div>			
Valoració			
<p>Tallada de transició que ha ajustat la massa a la distribució buscada (AB=16 m²/ha, concentrada en diàmetres >32,5 cm). L'estassada realitzada ha sigut excessiva, atès que en la zona és habitual l'estassada total i ha costat traslladar els nous criteris a l'equip executor dels treballs. La manca de regenerat de llavor compromet el rejuveniment i l'heterogeneïtat genètica de la massa. El reclutament de nous peus es basarà en la selecció de peus de rebrot.</p>			

EXEMPLE 3. MASSA MIXTA DE QUALITAT ALTA, A LES GAVARRES

Característiques generals del rodal			
Comarca	Baix Empordà	Precipitació mitjana anual	754 mm
Altitud mitjana	225 m	Temperatura mitjana de les mínimes / anual / màximes	4,3°C / 14,6 °C / 26,4°C
Pendent mitjà	<15%	Orientació predominant	Nord
Situació de partida i objectiu			
Rodal mixt adjacent a un camp de cultiu on les espècies acompanyants superen el 50% de l'àrea basal. L'objectiu de l'actuació va ser reduir la competència a la surera, mantenint l'heterogeneïtat d'espècies i estructural de la parcel·la.			
Tractaments			
<ul style="list-style-type: none"> • Tallada de millora (de tipus selecció) de pes moderat fins a ajustar l'àrea basal total del rodal a 20 m²/ha sota suro. S'ha prioritzat l'eliminació de pins, deixant aquells que presentaven millors aptituds per a la producció de pinya. • Estassada parcial. Es buscava una cobertura de matoll entre el 30 i el 40%, com a compromís entre la prevenció d'incendis i els avantatges en relació amb la disponibilitat hídrica del rodal que ofereix la presència de matoll. • Lleva del suro: 1,2 tn/ha (33% suro de qualitat). • Tractament de les restes de tallada, per trossejat curt <i>in situ</i>. 			
Resultats			
	Abans de la intervenció	Després de la intervenció	
	<i>Estrat arbori</i>		
Densitat total (peus/ha) (Densitat alzina surera)	991 (518)	815 (441)	
AB total (m ² /ha) (AB alzina surera)	24,3 (11,4)	20,3 (10,5)	
Dn mitjà (cm)	13,2	13,4	
Do dominant (cm)	36,0	34,4	
Espècies principals (% AB)	<i>Pinus pinea</i> (30%) <i>Quercus ilex</i> (15%) <i>Arbutus unedo</i> (6%)	<i>Pinus pinea</i> (23%) <i>Quercus ilex</i> (17%) <i>Arbutus unedo</i> (16%)	
	<i>Estrat arbustiu</i>		
Espècies principals (per ordre d'abundància)	<i>Arbutus</i> > <i>Erica</i> > <i>Q. ilex</i>	<i>Arbutus</i> > <i>Q. ilex</i> > <i>Viburnum</i>	
Recubriment total (%)	76	35	
Altura mitjana (cm)	209	235	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ABANS</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>DESPRÉS</p> </div> </div>			
Valoració			
Rodal amb suro de qualitat. A la tallada pràcticament no s'han eliminat sureres, sinó pins competidors. S'ha afavorit la presència d'arboç de port arbori per la seva capacitat d'acumulació d'aigua i de producció de fruits carnosos, reduint la presència de bruc per motius de prevenció d'incendis, atesa la seva alta inflamabilitat.			

EXEMPLE 4. MASSA MIXTA DE QUALITAT ALTA, AL MONTNEGRE

Característiques generals del rodal			
<i>Comarca</i>	Vallès Oriental	Precipitació mitjana anual	847 mm
<i>Altitud mitjana</i>	295 m	Temperatura mitjana de les mínimes / anual / màximes	2,7°C / 14,4 °C / 26,3°C
<i>Pendent mitjà</i>	<40%	Orientació predominant	Sud-est
Situació de partida i objectiu			
<p>Rodal amb una elevada densitat de l'arbrat, que no permet que l'establiment de regenerat, però frena el desenvolupament del sotabosc. Hi ha una quantitat important d'<i>Erica arborea</i> i <i>Arbutus unedo</i> de port arbori. Les sureres, algunes en mal estat, no es lleven des de fa uns 30 anys. Els objectius de l'actuació són: millorar la productivitat del suro, reduir la competència, fomentar l'heterogeneïtat i prestar atenció a la regeneració.</p>			
Tractaments			
<ul style="list-style-type: none"> • Tallada de millora (de tipus selecció) fins a ajustar l'àrea basimètrica a 20 m²/ha sota suro. S'ha prioritzat l'eliminació dels pins i les espècies secundàries sempre que competissin amb la surera. On hi havia regeneració a l'espera es va eliminar la competència amb la creació d'obertures (eliminació de 2-3 arbres contigus). • Estassada parcial. Es buscava una cobertura de matoll entre el 30 i el 40%. • Lleva del suro: 2,76 tn/ha (0,2% suro de qualitat). • Tractament de les restes de tallada, a través del trossejat curt <i>in situ</i>. 			
Resultats			
		Abans de la intervenció	Després de la intervenció
		<i>Estrat arbori</i>	
Densitat total (peus/ha) (Densitat alzina surera)		1.740 (771)	815 (441)
AB total (m ² /ha) (AB alzina surera)		36,5 (18,6)	20,3 (10,5)
Dn mitjà (cm)		10,9	13,4
Do dominant (cm)		40,9	34,4
Espècies principals (% AB)		<i>Pinus pinea</i> (29%) <i>Pinus avium</i> (14%) <i>Quercus</i> sp. (5%)	<i>Prunus avium</i> (11%) <i>Quercus</i> sp (3%)
		<i>Estrat arbustiu</i>	
Espècies principals (per ordre d'abundància)		<i>Q. ilex</i> > <i>Q. humilis</i> > <i>Q. suber</i>	<i>Q. ilex</i> > <i>Q. humilis</i> > <i>Q. suber</i>
Recubriment total (%)		12	10
Altura mitjana (cm)		113	144
			
ABANS		DESPRÉS	
Valoració			
<p>L'estassada va ser mínima per la poca presència de matoll baix i es va centrar en la selecció de tanys de soques de bruc i arboç per a promoure el seu port arbori. L'eliminació dels peus de pinyoner redueix l'AB de la parcel·la més d'un 40% en alguns punts, però no ha compromès l'estabilitat de la massa i ha ajudat a crear buits per a l'aparició de nou regenerat. Tallada de transició on s'ha reduït temporalment el % d'AB de peus de classes diametral majors que s'espera compensar amb el desenvolupament dels arbres al llarg del torn de lleva.</p>			



Bibliografia

- Benito, M.; Alía, R.; Robson, T. M.; Zabala, M. A. 2011. *Intraspecific variability and plasticity influence potential tree species distributions under climate change*. *Global Ecology and Biogeography*, 20 (5), p.766-778.
- Botey, J. 2013. *Bases para la creación de una silvicultura genuinamente mediterránea*. Actes del VI Congrès Forestal Espanyol. Vitòria-Gasteiz, p. 1-18.
- Camprodon, J. 2013. *Ecologia i conservació dels ocells forestals. Un manual de gestió de la biodiversitat en boscos catalans*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Generalitat de Catalunya, Solsona. 225 p.
- Emberger, C.; Larrieu, L.; Gonin, P. 2016. *Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)*. Document technique. Paris: Institut pour le Développement Forestier. 57 p.
- González, JR.; Montero, G.; Ortega, C.1993. *Caracterización productiva de los alcornocales catalanes*. Investigaciones Agrarias. Sistemas y Recursos Forestales. Vol 2(1). Madrid, p. 55-69.
- Khalfauri, M.; Siti, B.; Jebari, S.; Daly-Hassen, H. 2018. *Decision making support through spatially distributed valuation: tunisian cork oak forest's ecosystem services*. INFORMED final meeting Minutes. Zagreb.
- Liang, J., Crowther, T.W., Picard, N., Wiser, S., Zhou, Vayreda, J. 2016. *Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests*. *Science*, 354 (6309), art. no. aaf8957.
- Montero, G.; Torres, E.; Cañellas, I. 1994. *Regeneración de alcornocales*. Síntesis bibliográfica. *Ecología* (8). ICONA. Madrid, p. 271-283.
- Piqué, M.; Vericat, P.; Cervera, T.; Baiges, T.; Farriol, R. 2014. *Tipologies forestals arbrades*. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Ca-

talunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona. 346 p.

Regato, P. 2008. *Adaptación al cambio global. Los bosques mediterráneos*. UICN Centre de Cooperació del Mediterrani, Màlaga, Espanya. 254 p.

Serrada, R.; Aroca, M.J.; Roig, S.; Bravo, A.; Gómez, V. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal. Notas sobre gestión adaptativa de las masas forestales ante el cambio climático*. Ministerio de Medi Ambient i Medi Rural i Marí, Madrid. 128 p.

Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R. (eds.). 2012. *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. CTFC. Solsona. 171 p.

Vericat, P.; Beltrán, M.; Piqué, M.; Cervera, T. 2013. *Models de gestió per als boscos de surera (Quercus suber L.): producció de suro i prevenció d'in-cendis forestals*. 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. 169 p.



Secció II

Gestió per a la reducció del risc de grans incendis forestals

Míriam Piqué
Eduard Busquets
Mario Beltrán

Els grans incendis forestals a Catalunya

Els incendis forestals són avui dia la pertorbació principal que afecta l'àrea mediterrània. La configuració actual del paisatge i estructura del bosc, amb una gran acumulació de combustible, dona lloc a focs d'intensitat i velocitat elevades que poden escapar-se de la capacitat d'actuació dels sistemes d'extinció. Aquests grans incendis forestals (GIF), tot i que són escassos en nombre si es comparen amb el total d'incendis que afecten les zones del Mediterrani, suposen un greu problema mediambiental i un risc per a les activitats humanes, així com per a la persistència dels recursos forestals.

A Catalunya, segons les dades d'incendis forestals del DARP (sense incloure els conats) per al període del 1986 al 2017, de mitjana cada any un 12% del nombre d'incendis supera les 500 ha, fet que suposa el 83% de la superfície cremada anualment. Aquestes mitjanes anuals disminueixen si es consideren només les dècades del 1997 al 2017 (8% d'incendis de més de 500 ha, el 74% de la superfície) o l'última dècada, del 2007 al 2017 (7% d'incendis de més de 500 ha, el 67% de la superfície).

Tot i això, és necessari tenir en compte que els grans incendis són un fenomen complex en què interactuen diversos factors, i les estadístiques dels últims anys pot ser que no reflecteixin tendències de més llarg termini. Ja fa uns anys que es treballa sobre el con-

cepte de la *paradoxa de l'extinció* (per exemple, a Piñol *et al.*, 2005), en què la millora de l'eficàcia dels sistemes d'extinció d'incendis petits afavoreix encara més l'acumulació de biomassa vegetal, cosa que pot afavorir que es produeixin més grans incendis que superin els sistemes d'extinció.

L'augment en extensió i intensitat dels incendis forestals sol presentar-se com un dels efectes principals del canvi climàtic al Mediterrani. Diferents factors hi contribueixen, però la vegetació n'és un dels més determinants. A part de l'augment de la superfície forestal i la densificació dels boscos, el canvi climàtic agreuja el problema, ja que facilita la disponibilitat de la vegetació com a combustible per als incendis. La probabilitat d'ocurrència dels GIF augmenta perquè creix la freqüència d'esdeveniments climàtics extrems (onades de calor, sequeres prolongades), així com per la reducció de precipitació anual i més concentrada en menys episodis de pluja i l'increment de temperatures.

Per abordar la prevenció de grans incendis forestals és necessari estudiar els components del risc, és a dir, principalment, el règim, la propagació i el comportament dels incendis, en relació amb la vegetació. Hi ha dues formes diferents de propagació del foc en els incendis forestals en funció de l'estrat de vegetació en què se sustenten: de superfície i de capçades. Els primers normalment es refereixen a focs de baixa-mitjana intensitat i els segons a focs d'alta intensitat. Concretament, es classifiquen en (Figura 34):

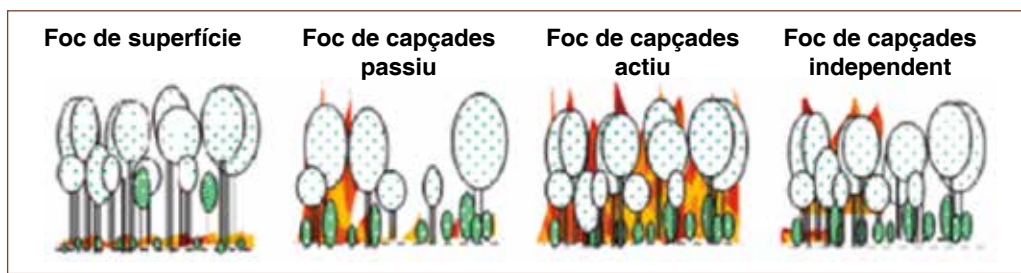


Figura 34. Tipus d'incendis forestals segons l'estrat per on es propaga el foc.

- **Foc de superfície.** La flama es propaga a través dels combustibles de superfície i pel sotabosc de més alçària.
- **Foc de capçades.** S'inicia com a conseqüència de la calor de convecció que transmet el foc de superfície a les capçades dels arbres (Van Wagner, 1977). Inclou tres subgrups:
 - **Passiu:** les capçades cremen individualment, la calor de convecció no és suficient per mantenir la propagació entre capçades.
 - **Actiu:** el foc es propaga per les capçades i per la superfície de forma contínua, però necessita la calor de convecció per mantenir aquesta propagació entre les capçades.
 - **Independent:** el foc es propaga per les capçades de manera independent a la propagació del foc per la superfície. Aquest tipus d'incendi és poc comú i es desenvolupa sota condicions meteorològiques extraordinàries i pendents elevats.

El foc de capçades actiu és el que representa una amenaça més gran per als sistemes d'extinció, ja que provoca intensitats de foc altes, llançaments de focus secundaris massius, longituds de flames elevades i velocitats de propagació que dupliquen les produïdes en un foc de superfície (Scott i Reinhardt, 2001).

Per evitar aquestes situacions, és molt important la gestió forestal activa amb l'objectiu de crear estructures forestals que dificultin la propagació del foc a les capçades i facilitin l'extinció dels incendis. Cal tenir en compte que, de vegades, la meteorologia pot exercir un paper més rellevant en el comportament del foc que el mateix combustible. En general, les suredes catalanes se situen en zones on els vents acostumen a ser un factor determinant en el comportament dels incendis, especialment a la zona de l'Empordà.

A grans trets, els incendis es poden classificar en tres grans grups, segons els factors principals que en determinen el comportament (Rothermel, 1972; Costa *et al.*, 2011):

- **Incendis de convecció** (de tipus estàndard o conduïts pel vent). La gran acumulació de combustible forestal és la causa principal de la intensitat que es desenvolupa.
- **Incendis de vent** (amb relleu o a les planes). Les condicions meteorològiques són determinants en el comportament de l'incendi, generalment, amb una velocitat de propagació elevada.
- **Incendis topogràfics.** L'orografia complexa i la seva interacció amb el vent convectiu produït pel mateix incendi en determinen el comportament.

Per definir el règim d'incendis d'una zona s'utilitzen els paràmetres de freqüència (nombre d'incendis en un període determinat), període de recurrència, extensió, severitat (afectació en els organismes o les propietats del sistema), intensitat (magnitud física d'energia lliberada) i estacionalitat (Heinselman, 1981; Agee, 1993).

El mapa de risc d'incendi tipus, presentat per Piqué *et al.* (2011), permet conèixer les zones amb una probabilitat superior de generar grans incendis forestals en funció de les característiques de cada zona i del seu historial previ. Les suredes catalanes se situen majoritàriament en zones classificades com d'alt o molt alt risc d'incendi tipus (Figura 35).

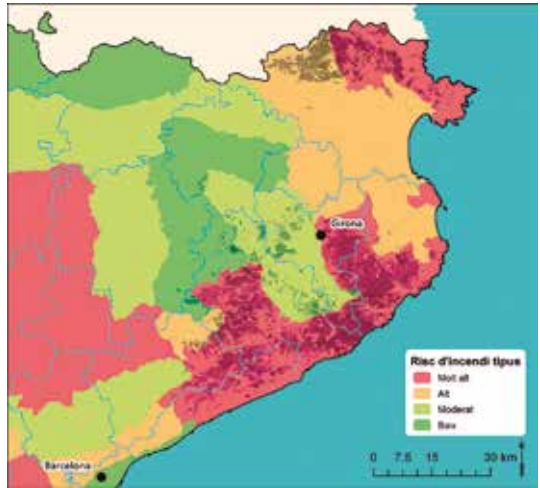


Figura 35. Detall del Mapa de risc d'incendis tipus de Catalunya (Piqué *et al.*, 2011) sobre la distribució de les suredes catalanes (DGDRPF, 2016).

El comportament del foc en les formacions forestals de sureda

Per integrar el risc dels GIF a la gestió i planificació forestal de les formacions de *Quercus suber* és necessari comptar amb eines que ajudin a identificar el grau de vulnerabilitat al foc de les masses forestals i orientar la gestió forestal cap a masses més resistents i resilients al foc.

En aquest sentit, és important tenir en compte els factors principals que condicionen el comportament i la propagació d'un incendi (topografia, meteorologia i combustible) (Rothermel, 1983) (Figura 36) i posar una atenció especial en els que es poden modificar amb la gestió forestal, com és el cas del combustible (vegetació).

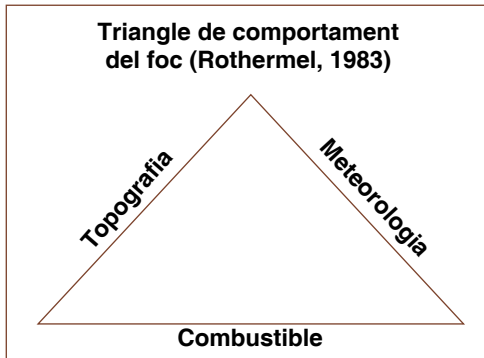


Figura 36. Des de l'òptica de la gestió forestal i la prevenció d'incendis cal tenir present que el combustible és l'únic factor sobre el qual es pot influir si es vol modificar el comportament del foc (Graham *et al.*, 2004).

La tipologia forestal, entesa com la formació forestal amb una composició d'espècies i característiques silvícoles determinades, que fan referència a la seva estructura i al seu estat de desenvolupament (González-Olabarria *et al.*, 2007), és fonamental en la definició de la propagació del foc i la seva virulència (Dodge, 1972; Rothermel, 1991; Bilgili, 2003). Les tipologies forestals amb poca acumulació de combustible i les estructures forestals amb discontinuïtat vertical (pel que fa als estrats de vegetació) i horitzontal (en referència a la cobertura de capçades i sotabosc), són més resistents al foc, en dificulten la propagació i en redueixen la intensitat.

Les masses de *Quercus suber* gestionades presenten estructures forestals que concentren el combustible a les capçades, tenen un sotabosc bastant escàs i una estructura forestal amb discontinuïtat vertical, cosa que dificulta el pas dels incendis a les capçades, tot i que, lamentablement, cada vegada

hi ha menys superfície amb aquestes característiques. La falta de viabilitat econòmica en la gestió de les suredes es tradueix en una limitació dels treballs de manteniment realitzats i cada vegada són més les formacions d'alzina surera que presenten sotabosc densos i acumulació combustible i, en anys extremadament secs, en què la vegetació està molt estressada, presenten un alt risc de patir grans incendis propagats per les capçades (Figura 37).

Resistència i resiliència

La resiliència defineix la capacitat d'un ecosistema per absorbir una pertorbació o alteració i recuperar estructures i processos sistèmics semblants als existents prèviament (Waltz *et al.*, 2014). Per exemple, en el cas de l'alzina surera, l'escorça li permet aguantar altes temperatures, cosa que fa que pugui sobreviure al pas d'un incendi, sempre que no se'n vegin afectats els teixits amb capacitat de rebrotar. Tot i això, els canvis en el règim d'incendis poden arribar a superar la capacitat dels sistemes forestals mediterranis per resistir i recuperar-se després d'una pertorbació tan intensa com els grans incendis forestals (Pausas, 2004).

L'anàlisi de la resiliència d'un ecosistema és complexa, però a grans trets requereix definir una sèrie de paràmetres inicials mitjançant els quals es pot avaluar la resiliència d'un element concret a una pertorbació concreta (Waltz *et al.*, 2014). En el cas de la resiliència del bosc de *Quercus suber* contra els in-



Figura 37. Incendi d'alta intensitat propagat per les capçades en una sureda (la Jonquera, Girona, 2012).

Incendis forestals, incloent-hi els GIF, els indicadors principals són paràmetres relacionats amb l'estructura forestal (vulnerabilitat als incendis d'alta intensitat), i, en especial, tenint en compte la localització d'aquestes estructures. Altres indicadors poden ser els que fan referència a la vitalitat de la massa i l'eficiència en l'ús dels recursos hídrics en condicions d'aridesa creixent.

Una sureda amb una formació estructural menys vulnerable al desenvolupament i a la propagació de focs de capçades, d'alta intensitat, i, a més, localitzada en punts estratègics per al comportament d'un gran incendi forestal, té una resiliència més gran enfront dels incendis forestals. A més, si la massa manté una bona vitalitat, especialment en l'arbrat, per exemple, amb nivells baixos de competència pels recursos hídrics, també és més resilient enfront dels incendis. La vitalitat es

tradueix en més taxes de creixement, de productivitat en suro, d'emmagatzematge de reserves i de producció de llavor, per tant, el bosc pot resistir millor els períodes de sequera —hi ha menys disponibilitat de combustible sec—, i pot regenerar-se amb més efectivitat després del pas del foc.

A Catalunya, diversos estudis en l'àmbit de l'adaptació del bosc al canvi climàtic (Lindner *et al.*, 2010; Vayreda *et al.*, 2012) ja indiquen que la gestió forestal pot tenir un paper rellevant en la supervivència dels boscos a unes condicions més àrides, a través de la millora de la vitalitat del sistema.

Gestió tradicional per a la prevenció d'incendis forestals

Les propostes de silvicultura preventiva contra incendis (per exemple, Vélez, 2000; Serrada *et al.*, la 2008) se centren en la reducció de la càrrega de combustible i en la creació de grans discontinuïtats horitzontals, també des de l'estratègia de compartimentar del bosc. Tot i això, la seva efectivitat no està garantida enfront de determinats tipus d'incendi, especialment, en els GIF conduïts per vent, un dels tipus més devastadors. Aquestes actuacions tenen un caràcter de defensa marcat contra els incendis, més que no pas de prevenció que un foc es converteixi en un gran incendi forestal, per tant, el marge perquè això no passi en una àrea tallafoc és limitat si no es vincula amb les maniobres d'extinció.

D'altra banda, no se solen utilitzar estructures adevesades que combinin la producció de suro i configuren un paisatge més resistent i resilient al foc forestal, però es continua atorgant un pes elevat a la capacitat d'extinció, tant en rapidesa com en eficàcia, com a protecció contra els incendis forestals.

Pràctiques innovadores i recomanacions de gestió per a la prevenció de grans incendis forestals en suredes

El repte que s'ha d'afrontar conjuntament des de l'àmbit de la prevenció i extinció d'incendis forestals és el d'anticipar-se i reduir la capacitat de propagació dels GIF, així com els riscos potencials sobre persones, béns i usos del paisatge (Costa *et al.*, 2011; Piqué *et al.*, 2011).

Una de les innovacions principals consisteix a abordar la prevenció dels incendis centrant-se en els grans incendis forestals a escala de paisatge. Les actuacions silvícoles per a la prevenció es prioritzen en determinades àrees que resulten estratègiques per al comportament del foc, amb l'objectiu de provocar canvis en els incendis i oportunitats d'extinció per evitar que un foc es converteixi en un gran incendi forestal (Figura 38).

El combustible disponible per a l'incendi forestal és l'únic factor que determina la propagació del foc sobre el qual es pot actuar. La disponibilitat de combustible, és a dir, l'estructura forestal, és fonamental en la propagació del foc i la seva intensitat (Cooper, 1960; Dodge, 1972; Rothermel, 1991; Bilgili, 2003). Les actuacions forestals per a la prevenció d'incendis s'han de focalitzar en l'estructuració de la vegetació per disminuir-ne la vulnerabilitat, tenint en compte, a més, els incendis tipus amb

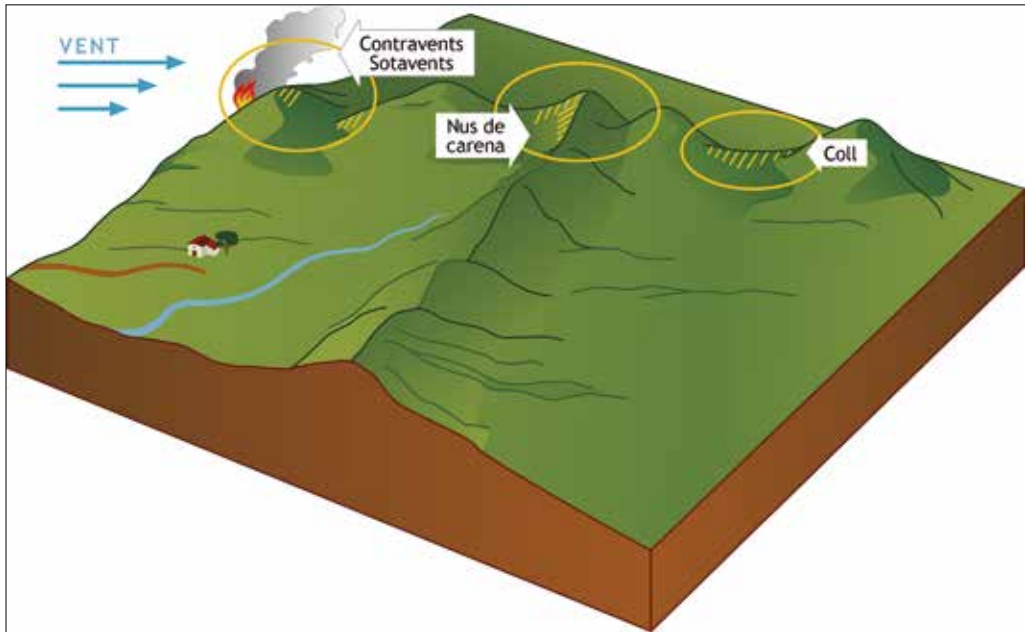


Figura 38. Exemple de disseny d'àrees tallafoc (lineals) en casos de tàlvegs i zones planes (Vélez, 2000).

més risc d'ocurrència a la zona d'actuació.

Mesures a escala de rodal

En el context actual de canvi global, la gestió de les formacions de *Quercus suber* amb l'objectiu de prevenció dels GIF se centren a reduir la vulnerabilitat de les masses a produir incendis que es propaguin per les capçades i realitzar una silvicultura orientada a promoure la capacitat d'adaptació intrínseca d'aquestes formacions al foc.

En aquest sentit, l'alzina surera (i, en general, les quercínies) tenen l'avantatge d'estar adaptades al foc, i, per tant, a pertorbacions renovadores, per la seva capacitat de protegir els teixits vitals i mantenir reserves a les arrels,

cosa que li permet rebrotar després del foc. Aquest fet facilita enormement la gestió adaptativa d'aquestes espècies i les situa entre les espècies amb més capacitat de resiliència enfront del foc.

Així, l'objectiu per a les formacions d'alzina surera és configurar boscos més resistents al pas del foc i, fins i tot, que siguin capaços de modificar el comportament d'un incendi en determinats punts estratègics, per poder limitar que es produeixin incendis d'alta intensitat i de gran superfície, i evitar pèrdues ecològiques i econòmiques traumàtiques, tot i sabent que si es genera una pertorbació d'alta intensitat el sistema tindrà capacitat de renovar-se. Les mesures principals de gestió en l'àmbit de rodal que es proposen per a l'adaptació al canvi global de les formacions d'alzina surera són:

- **Foment de la resiliència natural** d'aquestes formacions als incendis, mantenint la vitalitat i l'heterogeneïtat d'espècies (preferentment frondoses).
- **Creació de formacions menys vulnerables (més resistents) als GIF**, mitjançant l'aplicació de models i tractaments silvícoles d'estructuració de la coberta forestal, bàsicament, selecció de tanys, aclarides i estassades (figura 39).
- **Reducció de la quantitat de combustible** mitjançant tractaments silvícoles i la gestió dels restes, incloent-hi l'ús del foc prescrit en determinades situacions, sempre sense afectar directament l'escorça de les alzines sureres per evitar depreciar el suro.
- **Foment de l'ús multifuncional de les suredes** mitjançant la introducció de

la pastura als rodals on és determinant mantenir estructures amb poc desenvolupament de l'estrat arbustiu, és a dir, estructures de baixa vulnerabilitat als focs de capçades perquè tenen discontinuïtats verticals i horitzontals dels estrats de vegetació.

Augment de la resistència i la resiliència

La prevenció de grans incendis mitjançant l'augment de la resistència es basa en:

- **Tractaments per reduir el combustible forestal** en punts estratègics per al comportament dels incendis i per a les maniobres d'extinció associades, dins d'una planificació de la prevenció en l'àmbit de paisatge.



Figura 39. Rodal d'actuació del projecte Life+Suber on s'ha generat una estructura forestal de baixa vulnerabilitat al foc de capçades, a causa de la reduïda cobertura arbustiva i la discontinuïtat vertical amb les capçades.

- **Tractaments silvícoles en què les noves estructures produeixin canvis substancials en el comportament del foc**, principalment, disminuint la seva intensitat i velocitat de propagació.
- **Actuacions que tinguin en compte les dinàmiques naturals i que es basin en una gestió adaptativa**, per buscar sinergies amb el desenvolupament del bosc que redueixin els costos d'implementació i manteniment. En general, el disseny dels tractaments s'ha de sustentar en una intervenció mínima, un cost reduït i l'efecte ha de perdurar el màxim de temps possible.

Algunes de les accions principals de gestió forestal que es poden dur a terme per augmentar la resistència de l'arbrat al pas del foc i, alhora, facilitar les tasques dels equips d'extinció són incrementar la distància del sòl a la base de les capçades, reduir la càrrega

de combustible en superfície i modificar la densitat dels rodals.

La modificació o conversió dels models de combustible té com a objectiu principal influir en el comportament del foc. Amb aquesta finalitat, Agee i Skinner (2005) defineixen quatre principis bàsics per augmentar la resistència de les estructures forestals al foc (taula 6).

Paral·lelament, pel que fa a l'augment de la resiliència, les formacions d'alzina surera ja són per si mateixes idònies per la capacitat de rebrotar després dels incendis. Aquestes formacions es renoven amb facilitat després d'un foc, tot i que és important que els peus afectats pel foc tinguin prou desenvolupament i vitalitat per assegurar la capacitat de rebrotar. Així doncs, el foment de la resiliència en formacions d'alzina surera se centra en:

Taula 6. Principis bàsics de gestió forestal per a la reducció de la vulnerabilitat al foc de capçades

Principi	Efecte	Benefici	Comentaris
<i>Reducció de la càrrega de combustible de superfície</i>	Redueix la longitud de flama	Control fàcil, menys efecte torxa	Es pot aconseguir amb diversos tipus d'actuacions per reduir la cobertura d'arbustos i de restes vegetals
<i>Augment de l'altura de la base de la capçada</i>	El foc no passa a les capçades	Menys efecte torxa	Els vents de superfície poden augmentar
<i>Disminució de la densitat aparent de les capçades</i>	La propagació del foc entre capçades disminueix	Reducció potencial del foc de capçades	Els vents de superfície poden augmentar i els combustible de superfície poden disminuir el contingut en humitat
<i>Manteniment dels arbres grans</i>	Les capçades se situen a més altura	Augment de la supervivència	És necessari assegurar la regeneració de la sureda en determinades situacions

- **La millora de la vitalitat.** Uns models de gestió que són especialment interessants són els que condueixen a estructures de baixa vulnerabilitat al foc de capçades, especialment, estructures regularitzades. També és possible generar i mantenir estructures irregularitzades de baixa vulnerabilitat, tot i que el seu manteniment a llarg termini pot requerir més intensitat de gestió. Les podes i les estassades selectives solen formar part d'aquests models de gestió.

En el cas que es tracti d'una massa d'alzina surera cremada recentment, és necessari assegurar una rebrotada vigorosa capaç de recuperar l'espessor original de forma natural i en poc temps, per evitar la profusió de brots epicòrmics de viabilitat escassa, que competiran amb els rebrots de soca o d'arrel. Acostuma a ser necessari tallar arreu els peus cremats més joves.

- **El manteniment de certa diversitat arbòria.** Malgrat la capacitat de resposta de l'alzina surera, es recomana mantenir-hi altres espècies arbòries presents, que tindran respostes més o menys diferents a les pertorbacions. Així, es manté certa diversitat d'estratègies per recuperar el bosc, després de la pertorbació. D'altra banda, en boscos dominats per altres espècies, on l'alzina surera és una espècie acompanyant o puntual, és interessant fomentar i mantenir la presència d'aquesta espècie perquè faci un paper diferenciador en la resposta a les pertorbacions.

Tractament de les restes vegetals després de les operacions silvícoles

En el cas de realitzar-se actuacions sobre l'arbrat o el matollar que produeixin una important quantitat de restes, aquestes han de ser tractades per evitar acumular combustible en superfície, no interferir en la regeneració del bosc i facilitar una incorporació ràpida al sòl de la matèria orgànica.

Les tècniques més comunes de tractaments de restes que s'han de tenir en compte a les suredes són:

- **Tallar les restes llenyoses més grans en peces petites** (d'1 m com a màxim), de manera que quedin disposades al sòl tan planes com sigui possible.
- **Amuntegar o acordonar les restes.** Pot ser especialment necessari en tallades de regeneració, on cal deixar el màxim de sòl i llum a disposició dels nous rebrots i plançons. En cas de tallades de selecció en masses irregulars o tallades de regeneració en masses regulars, es procurarà no tapar cap soca tallada per permetre que pugui rebrotar bé. No obstant això, pot resultar un tractament costós i en algunes zones, a més, afavoreix l'aparició de bardissars.
- **Apilar i cremar les restes**, per assegurar una eliminació total del combustible mort que queda al sòl. Una altra opció pot ser la crema extensiva (crema prescrita) de les restes,

tot i que l'operació té un requeriment tècnic elevat i és especialment necessari evitar que el foc toqui la superfície del suro, per no depreciar-lo.

- **Estellar o triturar *in situ* amb una estelladora mòbil o trituradora**, acordonant prèviament les restes o simultàniament amb una estassades de matollar. Les estelles ajuden a controlar la resposta del matollar i a mantenir una certa humitat al sòl, al qual s'incorporen amb certa velocitat. És una opció d'alt cost i limitada per l'accessibilitat i la mobilitat de la maquinària.
- **Estellar o triturar a la vora del camí**, traient les restes manualment, amb cabrestant o *skidder*. És una opció d'alt cost que s'ha de fer servir en situacions determinades en què es combinen diversos objectius de gestió.

Mesures a escala de muntanya i paisatge

A partir de l'estudi dels diferents incendis-tipus i els incendis històrics (patrons de comportament), es poden identificar, per a una àrea concreta, els punts estratègics on s'han de concentrar les mesures de prevenció d'incendis. Les mesures en l'àmbit de paisatge permeten formar paisatges «intel·ligents al foc», amb estructures de bosc i patrons espacials de distribució que contribueixin a dificultar la propagació dels focs de capçades i facilitar l'extinció dels incendis forestals (Costa *et al.*, 2011).

En aquest sentit, poden diferenciar-se tres tipus d'actuacions o mesures en zones forestals d'alzina surera:

- **Actuacions puntuals específiques de defensa contra incendis associades a maniobres d'extinció**. Es determinen d'acord amb les característiques i el patró de propagació dels diferents tipus d'incendis que puguin haver-hi en una zona, especialment, els més perillosos. Aquestes actuacions es refereixen als **punts estratègics de gestió (PEG)**, les franges de baixa càrrega de combustible o les faixes auxiliars ancorades en camins.
- **Actuacions per la formació d'una matriu de coberta forestal amb una estructura que dificulti el desenvolupament i propagació dels GIF**, i que també contribueixi indirectament a incrementar les oportunitats i capacitats d'extinció.
- **Actuacions per fomentar l'heterogeneïtat a nivell de paisatge**, principalment en estructura.

Orientacions de Gestió Forestal Sostenible de Catalunya

Les ORGEST constitueixen un conjunt d'eines tècniques de suport a la presa de decisions en planificació i gestió forestal. Estan desenvolupades des d'un punt de vista adaptatiu i multifuncional, i integren, també, el canvi climàtic.

Els models de gestió ORGEST per a les suredes (Vericat *et al.*, 2013) presenten una sèrie d'esquemes silvícoles adaptats a diferents escenaris de gestió, considerant la qualitat d'estació i els objectius preferents. Per a la prevenció de grans incendis presenten uns models de gestió específics per produir i mantenir estructures de baixa vulnerabilitat al foc de capçades, especialment recomanats per implementar en els punts estratègics.

Els paràmetres de control d'aquests models de gestió es refereixen principalment a l'estructura forestal, que s'analitza mitjançant l'estratificació de la vegetació representada en la **figura 40**. Les variables principals són les alçàries i els recobriments dels diferents estrats i les distàncies verticals entre si.

La vulnerabilitat al foc de capçades analitzada a través d'aquesta estratificació es classifica en les diferents tipologies estructurals de vulnerabilitat al foc de capçades (TVFoC) definides per Piqué *et al.* (2011), mitjançant l'ús de claus dicotòmiques basades en les alçàries, les distàncies i els recobriments dels estrats de combustible de superfície, escala i aeri. Piqué *et al.* (2011) defineix tres categories de vulnerabilitat:

- **Vulnerabilitat alta (A)**. Estructures forestals amb característiques silvícoles (per exemple, continuïtat vertical i horitzontal als diferents estrats, fracció de cabuda coberta) que fan que el foc pugui a les capçades i es

mantingui. Estructures en què el foc de capçades actiu és característic, el foc de superfície genera prou calor de convecció per mantenir de forma contínua la propagació del foc a les capçades. Les estructures afectades per aquesta tipologia de foc normalment presenten mortalitats elevades.

- **Vulnerabilitat moderada (B)**. Estructures forestals amb característiques silvícoles (per exemple, continuïtat vertical i horitzontal als diferents estrats, fracció de cabuda coberta) que limiten més que les estructures A la pujada de foc a les capçades. Estructures que generen torxes i focus secundaris que cremen passivament a les capçades, grups d'arbres petits que s'inflamen, però la propagació entre capçades no es manté de forma contínua. La gravetat de les estructures afectades per aquesta tipologia de foc normalment és menys elevada que l'anterior. L'existència d'una barreja d'arbres totalment calcinats amb d'altres amb un percentatge elevat de capçada socarrada són característics d'aquests rodals. També alguns amb la capçada verda.
- **Vulnerabilitat baixa (C)**. Estructures forestals amb característiques silvícoles (per exemple, continuïtat vertical i horitzontal als diferents estrats, fracció de cabuda coberta) que limiten tant el pas com la sostenibilitat del foc a les capçades. El foc es propaga per sota del combustible aeri. El combustible de superfície i d'es-

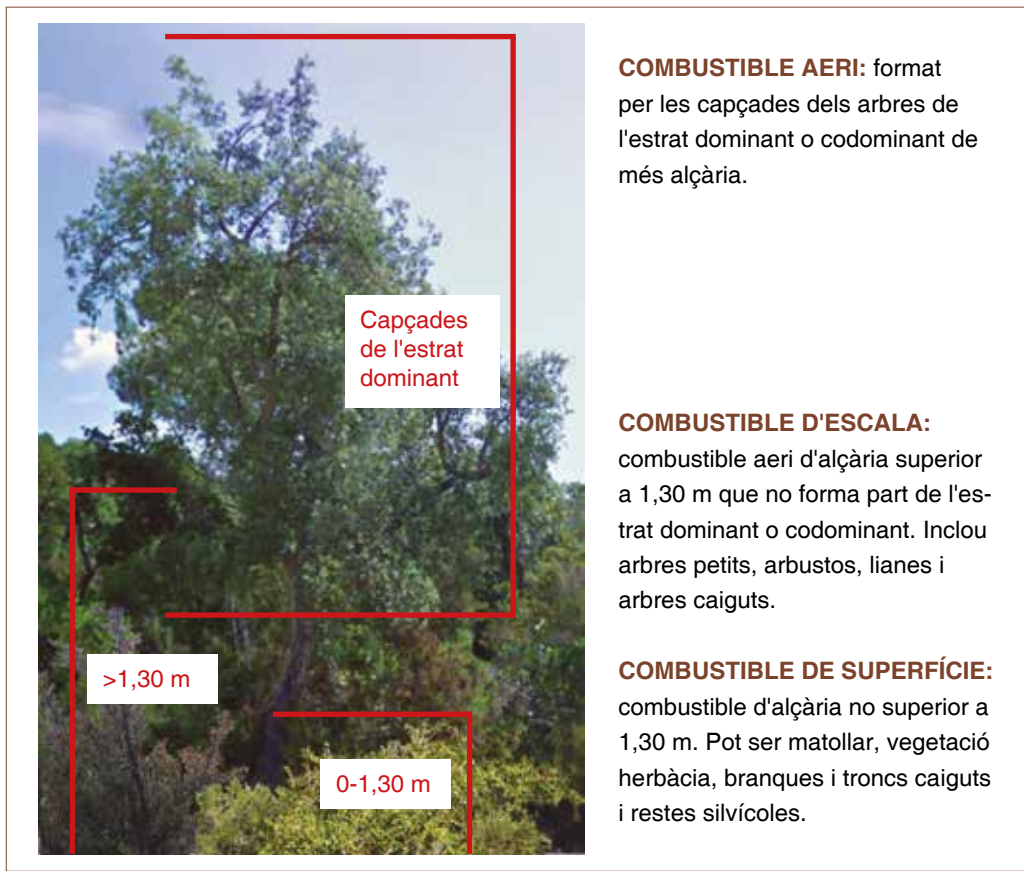


Figura 40. Estratificació del combustible per a la definició de la vulnerabilitat de l'estructura. (Vericat *et al.*, 2013).

cala, si n'hi ha, es consumeix, però, a causa de la discontinuïtat vertical amb el combustible aeri, el foc no passa a les capçades i es manté en superfície. Les estructures afectades per aquesta tipologia de foc normalment presenten mortalitats baixes. Puntualment algun arbre pot morir. Aquesta classe inclou estadis de regeneració, ja que els focs que pro-

dueixen són, des del punt de vista de l'extinció, semblants als d'un foc de superfície, tot i que la mortalitat de l'arbrat és, en la majoria dels casos, completa.

Beneficis i compatibilitats de la gestió per a la reducció del risc de grans incendis forestals

La gestió per a la reducció del risc dels GIF (figura 41) basada en les ORGEST s'emmarca dins de la gestió forestal sostenible, entesa com l'administració i l'ús dels boscos de manera i en la mesura necessària que mantinguin la biodiversitat, productivitat, capacitat de regeneració, vitalitat i el potencial de complir, ara i en el futur, funcions ecològiques, econòmiques i socials rellevants, en l'àmbit local, nacional i global, sense causar mal a altres ecosistemes (Conferència Ministerial de Hèlsinki, 1993). La taula 7 recull una sèrie de beneficis i compatibilitats que es poden produir amb la gestió per a la reducció del risc dels GIF.



Figura 41. Un dels objectius de les ORGEST per a la prevenció dels GIF és reduir la capacitat de les estructures de sureda per generar incendis d'alta intensitat (Foto: Bombers de la Generalitat).

Casos pràctics de gestió de suredes per a la prevenció de grans incendis forestals

Actuacions implementades en el projecte Life+Suber

S'han realitzat actuacions de prevenció de grans incendis en 8 rodals, amb un total de 33 ha. Es tracta d'un rodal de qualitat d'estació alta i un altre de qualitat baixa per cada àmbit (Alt Empordà, Gavarres, Montseny-Guillerries i Montnegre-Corredor).

Objectius i definició de les actuacions

L'objectiu és la prevenció d'incendis forestals mitjançant la creació i el manteniment d'estructures forestals de baixa vulnerabilitat als focs de capçades (figura 43) en localitzacions identificades com estratègiques a escala de paisat-

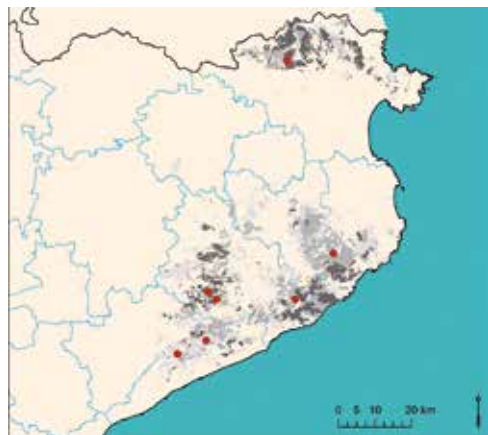


Figura 42. Localització dels 8 rodals on s'han implementat actuacions silvícoles per a la prevenció de grans incendis forestals.

Taula 7. Beneficis i compatibilitats de la gestió preventiva de grans incendis forestals

Mesura d'adaptació	Conseqüències	Impacte sobre la capacitat d'adaptació al canvi climàtic
<i>Aplicació d'una silvicultura que mantingui unes FCC baixes (adevesament) amb augment de les dimensions dels arbres existents, en punts estratègics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Creació de discontinuïtat horitzontal a les capçades. • Creació d'àrees de seguretat per a l'extinció. • Augment de la intensitat de la lleva. • Oportunitat d'ús pastoral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis. • Augment de la fixació de carboni pels arbres presents. • Augment de l'aigua blava del sistema (recàrrega d'aigües subterrànies).
<i>Eliminació de la coberta de matollar (estassades selectives)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Creació de discontinuïtat horitzontal i vertical a la superfície. • Reducció de competència intraespecífica. • Reducció de costos de gestió (punts estratègics) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis. • Augment de l'aigua blava del sistema (recàrrega d'aigües subterrànies).
<i>Gestió silvopastoral per al control del matollar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Creació de discontinuïtat horitzontal i vertical a la superfície. • Reducció de competència intraespecífica. • Desenvolupament de l'economia local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis. • Protecció de l'estoc de carboni.
<i>Destinació a biomassa (llenya) dels productes dels tractaments preventius</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Creació de discontinuïtat horitzontal a les capçades. • Tractaments més rendibles. • Desenvolupament de l'economia local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis. • Balanç 0 de CO₂ i foment de les energies renovables.
<i>Foment de l'alzina surera en masses dominades per altres espècies</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Més producció de suro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Augment de la resiliència del bosc enfront dels incendis.
<i>Formació d'una matriu a la coberta forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultat en el desenvolupament i propagació dels GIF. • Increment de les oportunitats i capacitats d'extinció. • Revaloració del paisatge. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenció d'incendis.

ge en relació amb el comportament dels grans incendis forestals. En general, es proposen estructures adevesades amb l'objectiu de generar una forta discontinuïtat de combustible, que poden ser d'utilitat per desenvolupar maniobres d'extinció concretes en cas de produir-se un incendi amb potencial de convertir-se en GIF. Així mateix, l'estructura adevesada permet augmentar la intensitat de lleva i compatibilitzar la prevenció d'incendis amb la producció surera i fins i tot l'aprofitament pastoral.

L'estructura objectiu és una massa regularitzada amb una FCC propera al 40%, sempre amb la discontinuïtat vertical més gran possible de les capçades respecte als estrats de vegetació inferiors, que, al seu torn, han de tenir recobriments escassos. La reduïda densitat permet incrementar la producció de suro, ja que la competència entre peus és limitada.

En la qualitat d'estació alta la localització preferent ha estat en zones de

mosaic amb cultius, on es pot formar una superfície considerable de baixa vulnerabilitat, o també en fons de vall. En la qualitat d'estació baixa la localització preferent ha estat en carenes i divisòries. Les actuacions consten d'una aclarida forta i una estassada selectiva. Amb l'aclarida es rebaixa l'àrea basimètrica inicial fins als 10 m²/ha sota suro, així s'aconsegueix una FCC propera al 40%. L'estassada selectiva elimina part del matollar, reservant prioritàriament espècies com *Arbutus unedo* i eliminant-ne d'altres de més inflamables. D'aquesta manera es redueix l'estrat de matollar perquè quedi efectivament reduïda la propagació a capçades del foc.

Els treballs silvícoles són una combinació d'estassades selectives (amb un pes variable de coberta arbustiva que s'ha d'eliminar des del 40-60% fins al 90-100%); tallades de selecció, de pes variable, però en general fort (>40% de l'AB inicial), i el tractament de les restes vegetals (en general, trossejament curt *in situ* per facilitar la ràpida descomposició i incorporació al sòl).

Resultats principals

Les actuacions dissenyades per a cada un dels 8 rodals es van implementar correctament entre el gener i l'abril del 2016. Paral·lelament, es va dur a terme el seguiment dels paràmetres silvodasomètrics per mesurar les intervencions des d'abans de l'execució i fins a dos anys després. La **figura 44** mostra el canvi en l'aspecte d'un rodal d'actuació.

El resultat principal de les actuacions ha estat la reducció de la vulnerabilitat de les estructures. Un cop analitzades les dades de tots els rodals conjuntament, la **figura 45** mostra l'evolució de la vulnerabilitat mitjançant la proporció d'abundància de les diferents tipologies de Piqué *et al.* (2011). Les estructures més vulnerables als incendis són les A, mentre que les menys vulnerables són les C. Les actuacions generen estructures menys vulnerables als incendis, i aquesta millora es manté en termes generals durant els dos anys següents, tot i que ja s'observen algunes estructures de vulnerabilitat alta.

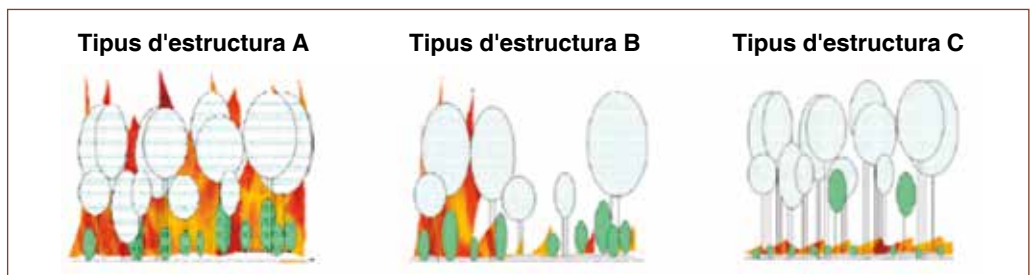


Figura 43. Esquematització de l'estructura forestal segons les tres categories de vulnerabilitat definides per Piqué *et al.* (2011) (Tipus d'estructura A), (Tipus d'estructura B), (Tipus d'estructura C).

La reducció més important de la vulnerabilitat a focs de capçades es va produir just després de les actuacions, quan tots els rodals presentaven una vulnerabilitat baixa al foc de capçades. Dos anys després dels tractaments, un 25% de les estructures continuen mantenint-se en una vulnerabilitat baixa, un 50% passa a mitjana i un 35% passa a alta. Aquests casos es refereixen a estructures on l'arbrat principal té escàs desenvolupament en alçària i les capçades no tenen prou discontinuïtat vertical amb els estrats d'escala i superfície, que, a més, presenten una gran capacitat de resposta a les intervencions. A mesura que l'arbrat es desenvolupi en altura i en cobertura, limitant també el desenvolupament del matollar, les estructures de baixa vulnerabilitat generades per futures actuacions tindran més durabilitat.



Figura 44. Aspecte abans de les actuacions, després i al cap de dos anys, del rodal d'actuació de Mas Genís, a l'Empordà.

D'altra banda, la figura 46 mostra l'evolució de la distribució diametral. S'observa com, al cap de dos anys del tractament, la densitat per CD s'ha desplaçat a categories majors, indicant un creixement dels arbres. La densitat de les CD 5 i CD 10 es redueix notable-

ment, i passen de 88 i 100 peus/ha a 45 i 38 peus/ha, respectivament. La CD 20 és la classe diametral que presenta més creixement després dels tractaments, ja que iguala l'estat inicial.

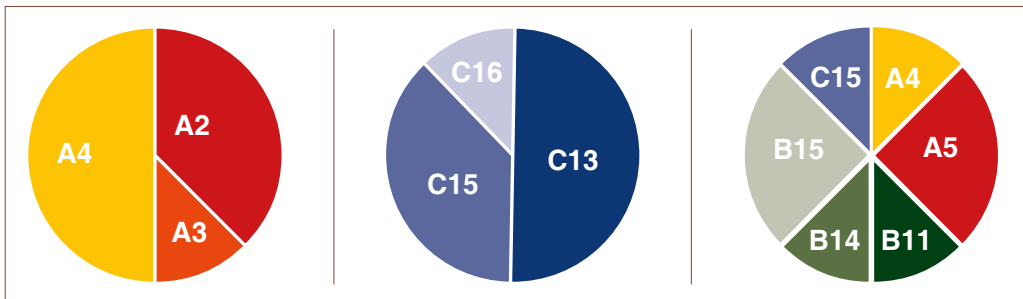


Figura 45. Evolució de la vulnerabilitat de l'estructura forestal per als rodals amb objectiu de prevenció de grans incendis en punts estratègics. Abans de les actuacions Centre, Just després. Al cap de dos anys.

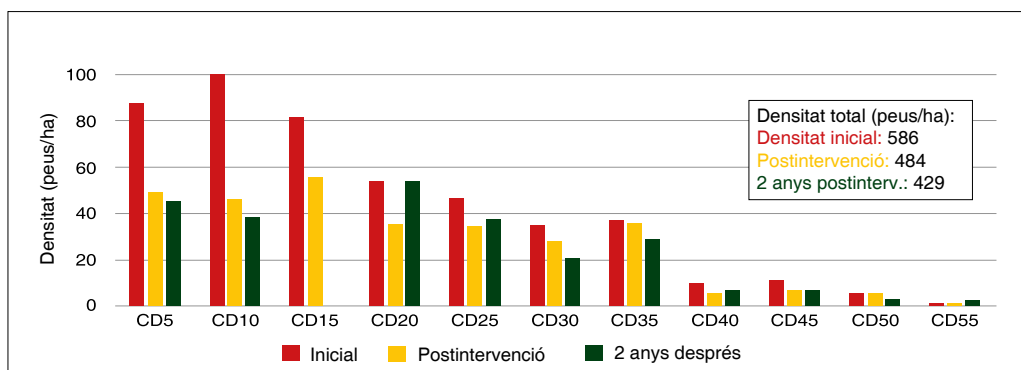


Figura 46. Distribució diametral d'alzina surera als rodals amb objectiu de prevenció d'incendis en punts estratègics, abans de les actuacions, després i al cap de dos anys (Densitat (peus/ha)), (Densitat total (peus/ha)), (Postintervenció) (2 anys postintervenció).

Taula 8. Evolució de la fracció de cabuda coberta (FCC) mitjana calculada amb fotos hemisfèriques per als rodals amb l'objectiu de recuperació del potencial productiu de l'alzina surera.

	<i>Quercus suber</i>	Coníferes	Altres frondoses
<i>Abans de les actuacions</i>	75%	2%	23%
<i>Després</i>	88%	0%	12%
<i>Al cap de dos anys</i>	87%	0%	13%

Així, les suredes avancen cap a estructures més regularitzades, de baixa densitat, però amb arbres més grans.

A més, les actuacions també han servit per a la regulació de la composició específica (taula 8), ja que han limitat la presència de coníferes. S'ha reduït l'àrea basal d'altres frondoses, però es deu bàsicament a l'eliminació de bona part de peus arborescents d'espècies com l'arboç o el bruc. Són els que competien o limitaven el desenvolupament de peus d'alzina surera i que generaven elevats recobriments de combustible d'escala.

Finalment, la taula 9 mostra l'evolució de la FCC, amb l'objectiu de veure l'efecte dels tractaments sobre l'estructura de capçades. Es pot observar que després del tractament hi ha una reducció d'aproximadament un 20%,

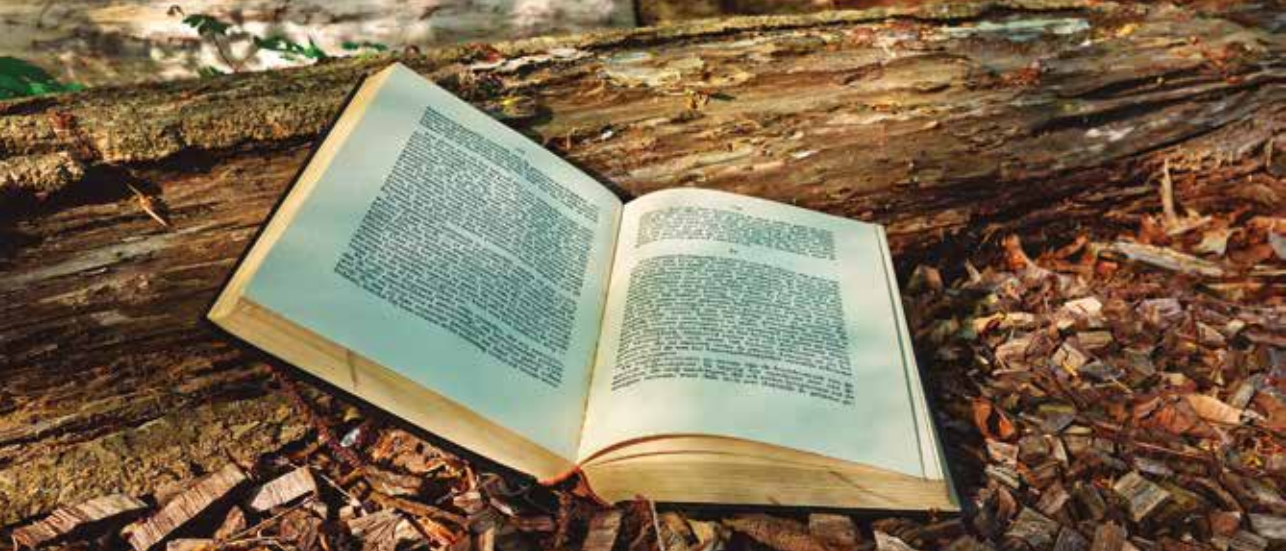
tot i que dos anys després la cobertura augmenta lleugerament pel desenvolupament de les capçades.

Taula 9. Evolució de la fracció de cabuda coberta mitjana calculada amb fotos hemisfèriques per als rodals amb objectiu de prevenció d'incendis en punts estratègics.

	FCC
<i>Abans de les actuacions</i>	81%
<i>Després</i>	62%
<i>Al cap de dos anys</i>	68%



Figura 47. Les estructures generades amb les actuacions del projecte Life+Suber són perfectes per compatibilitzar amb l'ús pastoral.



Bibliografia

- Agee, J. K. 1993. *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press, Washington DC. 505 p.
- Agee, J. K.; Skinner, C. N. 2005. «Basic principles of forest fuel reduction treatments». *Forest Ecology and Management*, 211 (1-2): 83-96.
- Bilgili, E. 2003. «Stand development and fire behavior». *Forest Ecology and Management*, 179 (1-3): 333-339.
- Cooper, C. F. 1960. «Changes in vegetation, structure, and growth of south-western pine forests since white settlement». *Ecological Monographs*, 30 (2): 130-164.
- Costa, P.; Castellnou, M.; Larrañaga, A.; Miralles, M.; Kraus, D. 2011. *La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo*. Unitat Tècnica del GRAF, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya, Barcelona. 87 p.
- DGDRPF. 2016. *Mapa forestal de España. Escala 1:25.000. Catalunya*. Direcció General de Desenvolupament Rural i Política Forestal. Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient. Madrid..
- Dodge, M. 1972. «Forest fuel accumulation-a growing problem». *Science*, 177 (4044): 139-142.
- González-Olabarria, J. R.; Kolehmainen, O.; Pukkala, T. 2007. «Using expert knowledge to model forest stand vulnerability to fire». *Computers and Electronics in Agriculture*, 55 (2): 107-114.
- Graham, R. T.; McCaffrey, S.; Jain, T. B. 2004. «Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity». *General Technical Report (RMRS-120)*. USDA Forest Service, Fort Collins, CO. 43 p.
- Heinselman, M. L. 1981. «Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems». En: Mooney, H. A.; Bonniksen, J. M.; Christensen, N. L.; Lotan, J. E.; Reiners, W. A. (eds.). *Fire regimes and ecosystem properties*. USDA Forest Service. Washington DC, p. 7-57. (GTR-WO-26).
- Lindner, M.; Maroschek, M.; Netherer, S.; Kremer, A.; Barbati, A.; Garcia-Gonzalo, J.; Seidl, R.; Delzon, S.; Corona, P.; Kolström, M.; Lexer, M. J.; Marchetti, M. 2010. «Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems». *Forest Ecology and Management*, 259 (4): 698-709.
- Pausas, J. G. 2004. «Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin)». *Climatic Change*, 63 (3): 337-350.
- Piñol, J.; Beven, K.; Viegas, D. 2005. «Modelling the effect of fire-exclusion and prescribed fire on wildfire size in Mediterranean ecosystems». *Ecological Modelling*, 183 (4): 397-409.
- 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.
- Rothermel, R. C. 1972. «A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels». *Research paper (INT-115)*. USDA Forest Service, Ogden, UT. 40 p.

- Rothermel, R. C. 1983. «How to predict the spread and intensity of forest and range fires». *General Technical Report (INT-143)*. USDA Forest Service, Ogden, UT. 161 p.
- Rothermel, R. C. 1991. «Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains». *Research Paper (INT-438)*. USDA Forest Service, Ogden, UT. 46 p.
- Scott, J. H.; Reinhardt, E. D. 2001. «Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior». *Research paper (RMRS-29)*. USDA Forest Service, Fort Collins, CO. 59 p.
- Serrada, R.; Aroca, M. J.; Roig, S. 2008. «Selvicultura preventiva de incendios». En: Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. A. (eds.). *Compendio de selvicultura aplicada en España*. Institut Nacional de Recerca i Tecnologia Agrària i Alimentària, Ministeri d'Educació i Ciència. Madrid, p. 949-980.
- Van Wagner, C. E. 1977. «Conditions for the start and spread of crown fire». *Canadian Journal of Forest Research*, 7 (1): 23-34.
- Vayreda, J.; Martínez-Vilalta, J.; Gracia, M.; Retana, J. 2012. «Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests». *Global Change Biology*, 18 (3): 1028-1041.
- Vélez, R. 2000. *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. Mc Graw Hill, Madrid.
- Vericat, P.; Beltrán, M.; Piqué, M.; Cervera, T. 2013. *Models de gestió per als boscos de surera (Quercus suber L.): producció de suro i prevenció d'incendis forestals. 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. 169 p.
- Waltz, A. E. M.; Stoddard, M. T.; Kalies, E. L.; Springer, J. D.; Huffman, D. W.; Meador, A. S. 2014. «Effectiveness of fuel reduction treatments: Assessing metrics of forest resiliency and wildfire severity after the Wallow Fire, AZ». *Forest Ecology and Management*, 334: 43-52



Secció III

Restauració de suredes degradades

Roser Mundet
Josep M. Tusell
Joan Abel

Descripció de les suredes degradades

Es considera que una sureda està degradada quan mostra una baixa vitalitat. La vitalitat d'una massa forestal fa referència a un estat vegetatiu que li permet resistir alteracions o esdeveniments desfavorables, alhora que en facilita la possible regeneració (Vericat *et al.*, 2012). És a dir, una sureda degradada o de baixa vitalitat compleix les funcions productives i de provisió de serveis ecosistèmics d'una manera molt inferior al seu potencial.

A Catalunya, el 50% de les suredes presenten un estat d'abandonament i gran part tenen un estat de degradació en cert grau. Els símptomes principals de degradació, alguns dels quals estan interrelacionats, són els següents:

- **Elevada senectut**, masses envellides i de vigor escàs.
- **Regeneració insuficient** o inexistent.
- **Creixement i productivitat** de suro molt inferiors al potencial de l'estació.
- **Densitat defectiva**, amb abundància d'espais oberts, ocupats normalment per matollars i herbàcies.
- **Densitat excessiva**, amb la massa en fase d'estancament, estructura molt simplificada.
- **Presència de matollars amb port arbori abundant**, amb alçàries, densitats i recobriments elevats, que exerceixen competència amb les sureres per la llum, l'aigua i els nutrients.

Causes principals de la degradació

Les causes principals de la degradació de les suredes, íntimament relacionades entre si, són les següents:

- **Incendis.** L'alzina surera és una espècie típicament mediterrània, per tant, les seves masses es veuen periòdicament afectades per incendis forestals. A Catalunya, més del 80% de la superfície són en zones amb un risc d'incendi molt alt, i més del 95% són en zones de risc alt a molt alt (Nebot *et al.*, 2013).

La supervivència de l'alzina surera després del pas d'un incendi pot arribar fins a un 70%, gràcies a la protecció que li ofereix l'escorça i a l'alta capacitat de rebrotar. Aquest percentatge augmenta a mesura que els peus són més joves, com és el cas dels matxots, o quan la capa de suro adquireix un gruix de 20 mm, suficient per proporcionar a l'arbre una protecció adequada contra el foc (dades obtingudes de parcel·les experimentals del projecte Subernova).

De tota manera, fins i tot disposant de mecanismes de defensa (suro i capacitat rebrotadora), la combinació d'incendis amb altres agents biòtics i abiòtics pot amenaçar la viabilitat d'aquestes masses. A més, l'efecte d'un incendi sobre una massa pelada poc temps abans pot comprometre'n seriosament la productivitat futura.

- **Danys per altres agents abiòtics.** Els agents abiòtics principals que causen danys directes i indirectes en suredes, i la incidència dels quals s'espera que s'agreuï amb el canvi climàtic a la regió mediterrània (Vericat *et al.*, 2012), són:
 - **Sequera:** com els incendis, és un fenomen intrínsec a l'àmbit mediterrani, de recurrència anual. L'alzina surera compta amb mecanismes de defensa en funció de la intensitat i durada de la situació.
 - **Neu:** les nevades són un fenomen poc freqüent en l'àrea de distribució de l'alzina surera, amb períodes de retorn de diverses dècades, però quan n'hi ha poden causar danys greus (trencament de branques, principalment), a causa de la falta d'adaptació d'aquesta espècie al fenomen.
- **Temperatures i vents extrems, tempestes:** si bé no es tracta de fenòmens que acostumen a tenir un impacte greu en les alzines sureres, poden ser factors que debilitin les masses o les facin més susceptibles a altres amenaces. Per exemple, la incidència del vent de tramuntana limita el desenvolupament i la productivitat de l'alzina surera (Montero y López, 2008).
- **Danys per agents biòtics.** Les glans i els plançons de llavor joves d'alzina surera se'ls mengen fauna domèstica i salvatge (especialment, el senglar), cosa que pot dificultar notablement la regeneració de les



Figura 48. Sureda afectada per intenses nevades a la zona de les Gavarres, l'any 2010.

masses. Dues malalties que causen danys greus són la *Diplodia corticola*, causant de l'escaldat, i la *Biscogniauxia mediterranea*, causant del xancre carbonós. Pel que fa a les plagues que afecten el suro i posen en perill la viabilitat comercial del seu aprofitament, destaca el corc del suro (*Coraebus undatus*), un buprèstid que fa galeries al suro durant la fase larvària (es descriu amb detall a la secció IV). La incidència d'aquesta plaga sembla que està associada al baix vigor dels arbres i a l'estrès hídric. Altres perforadors del suro que poden causar danys són les formigues *Lasius brunneus* i *Crematogaster scutellaris*. Finalment, altres plagues que debiliten les masses són els lepidòpters defoliadors (*Lymantria dispar*, *Tortix viridana*, *Catocala numphagoga* i *Malacosoma neustria*) i el diabló del castanyer (*Curculio elephas*), perforador de glans durant l'estat larvari, que n'afecta la viabilitat. D'altra banda, de manera indirecta, la compactació del sòl causada per la sobrepastura pot limitar notablement la regeneració natural.

- **Males pràctiques de gestió.** Una gestió inadequada contribueix a la degradació de les suredes. Els problemes principals estan relacionats amb la sobreexplotació o amb la gestió inadequada dels arbres: lleva que es fa massa aviat, recurrent o alta, que es fa en dies de pluja o amb vent sec, danys a l'escorpit per una mala extracció del suro (figura 49) o podes excessives per obtenir llenya. Altres males pràctiques in-

clouen la sobrepastura, la focalització exclusiva de la gestió en l'aprofitament surer sense parar esment en la regeneració de la massa, la crema recurrent del sòl per mantenir l'ús pascícola, les estassades amb remoció del sòl en àrees de pendent moderat o alt i els treballs recurrents, especialment quan s'apliquen sota la capçada dels arbres, en zones adevesades (Subernova, 2005). Algunes d'aquestes pràctiques, en especial les que afecten la qualitat del sòl, són un impediment greu per abordar la regeneració natural o artificial de les masses, ja que modifiquen l'estació, fins al punt de fer-la inviable per a noves alzines sureres (Montero i López, 2008).

- **Abandonament de la gestió.** Les alzines sureres se situen en àrees fortament antropitzades des de fa mil·lennis, per tant, les masses actuals són el resultat d'una llarga interacció amb l'ésser humà. L'abandonament de la gestió acostuma a conduir progressivament cap a una sobredensificació de les masses, amb una sèrie de conseqüències negatives: increment de la vulnerabilitat en incendis forestals, pèrdua de vitalitat i capacitat de reproducció sexual i la dificultat creixent de poder realitzar una intervenció rendible per reactivar la gestió. En el cas de les masses adevesades o obertes, l'abandonament de la gestió produeix una proliferació excessiva del matollar, que competeix amb l'alzina surera, n'impedeix la regeneració natural, incrementa la vulnerabilitat de la massa en cas



Figura 49. Danys a l'escorpió per una mala extracció del suro.

d'incendis forestals i dificulta l'aprofitament futur (figura 50).

La figura 51 mostra les relacions entre les causes principals de degradació de les suredes. En casos excepcionals, les alzines sureres degradades poden tenir la causa en una limitació estacional important, com pot ser un límit

altitudinal superior o una profunditat escassa i una pedregositat alta del sòl, freqüentment associades a un fort pendent, que donen lloc a arbres de mida o gruix molt escassos. En aquestes situacions no s'hi pot fer cap actuació de millora, la mida i el gruix no milloraran per l'acció de la selecció de tanys (Vericat *et al.*, 2012).



Figura 50. Sureda en què no s'ha fet cap tipus de gestió des de fa anys. Es tracta d'un rodal del projecte Life+Suber abans d'implementar-hi l'actuació de recuperació de suredes degradades.

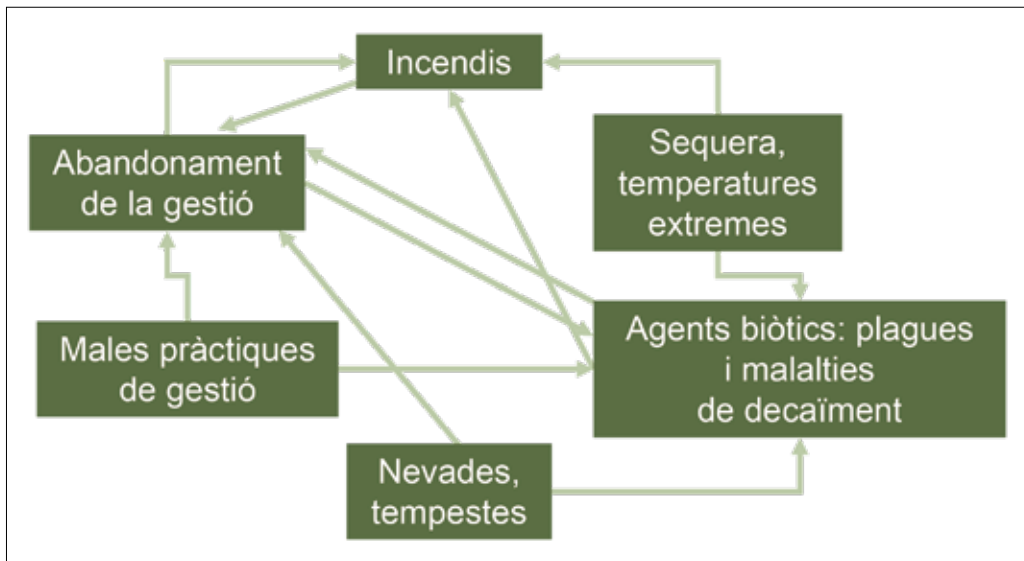


Figura 51. Diagrama de relacions entre les causes principals de la degradació de les suredes.

Pràctiques de restauració de suredes degradades

La restauració de les suredes vol corregir els indicadors de degradació, sigui quina en sigui la causa, per recuperar la vitalitat de les masses. A continuació, es descriuen les intervencions principals que es proposen per a la restauració de suredes degradades, a partir de bibliografia i de la mateixa experiència arran dels treballs sobre restauració de suredes degradades realitzades en el marc del projecte Life+Suber entre els anys 2014 i 2018.

Es pot destacar que aquestes actuacions es justifiquen bàsicament en qualitat d'estació alta, ja que és on hi ha més garanties d'obtenir èxit a llarg termini.

- **Intervencions de reducció de la competència:** Les estassades, la selecció de tanyes, les aclarides i les tallades de selecció permeten millorar el vigor i la fructificació de les suredes, ja que es redueix la competència per l'aigua. A més, aquestes intervencions permeten millorar l'estructura de les masses des del punt de vista de la vulnerabilitat en incendis forestals. Els criteris que s'han de seguir són els que estan establerts en la gestió per a l'adaptació de suredes al canvi climàtic (secció I de la guia).
- **Actuacions pròpies de la restauració de suredes:**
 - **Tallades sanitàries:** eliminació de peus malalts o de baix vigor, així com dels afectats per incendis que ja no són viables o que

mostren un rebrot de baix vigor limitat a la capçada (Vericat *et al.*, 2012). En aquest cas, després de 2-3 anys de la tallada, s'haurà de realitzar una selecció de tanys.

- ▶ Rejuveniment de les masses: foment de la fructificació i la regeneració sexual, intervenint en l'estructura de les masses per facilitar el reclutament.
- ▶ Plantació o sembra de densificació: consisteix en la instal·lació artificial de nous plançons de llavor, preferentment de rodals identificats i seleccionats i de procedència local, que es caracteritza per un cost elevat en el cas de la plantació i per un èxit predominantment baix limitat per la predació en el cas de la sembra. L'èxit de la plantació i de la sembra depèn en gran part de la instal·lació de sistemes de protecció contra els danys causats per la fauna. En cas de degradació edàfica greu i problemes d'erosió activa, també es pot plantejar la introducció d'espècies més frugals, com, per exemple, el pi blanc o pi pinyer (Linares i Fariña, 2001). A aquesta intervenció s'hi dedica una atenció especial, amb un apartat específic.
- ▶ Lleva de peus cremats: la primera lleva després d'un incendi s'haurà de realitzar com a mínim al cap de tres anys, per no provocar més estrès a l'arbre. La lleva és imprescindible per retirar el

suro cremat i fomentar la producció de suro nou lliure de defectes (figura 52).

Com a recomanació, s'ha d'esperar que almenys s'hagi recuperat un 75% del volum de capçada i que el suro tingui un calibre que permeti una lleva segura, d'almenys 20 mm. Per a una bona organització de la campanya d'extracció de suro, es recomana realitzar la lleva a l'inici de temporada (Berdón *et al.*, 2015).



Figura 52. Lleva de peus cremats 5 anys després de l'incendi del 2012 a l'Alt Empordà.

Densificació de les masses de *Quercus suber*

Fins i tot partint de la convicció que la regeneració natural és el procés més eficaç i necessari en la gestió de les masses forestals, en alguns casos ens trobem amb suredes degradades on la regeneració natural és molt escassa, fet que pot amenaçar la de la massa.

Llavors, hem de recórrer als processos de reforestació artificial, sigui a través de sembra o de plantació, amb l'objectiu de fer aparèixer noves masses més vigoroses, més funcionals i resilients.

En el cas de suredes cremades, una vegada realitzats els treballs de retirada de vegetació afectada per l'incendi, es pot plantejar una reforestació de su-

port, per densificar la massa en alguns punts, però abans de prendre aquesta decisió, cal estar atents a l'evolució de la massa, ja que en alguns casos la regeneració pot arribar a ser molt abundant, com va passar en bona part de les suredes cremades durant l'incendi de l'any 2012 a l'Alt Empordà (figures 53 y 54).

Elecció del material forestal de reproducció (MFR)

Una vegada considerada la necessitat de fer una repoblació, hem de tenir en compte quin tipus d'MFR volem utilitzar. En repoblacions en què l'objectiu preferent és protector, l'MFR que s'ha d'utilitzar ha de garantir, sobretot, l'adaptació de la planta a les condicions del medi en què viurà. Aquesta adap-



Figura 53. Rodal d'actuació del projecte Life+Suber situat a l'Alt Empordà i afectat per l'incendi del 2012, on, després de 3 anys, s'observa una regeneració natural abundant.



Figura 54. Detall de la regeneració després d'un incendi

tació s'aconsegueix mitjançant l'elecció de la regió de procedència del material. Si, a més, se li demana a l'MFR altres característiques, com un vigor determinat, unes propietats concretes de fusta o de forma del tronc o de la capçada, s'haurà d'exigir un material amb més guany genètic (Pemán i Navarro, 1998) i que sigui seleccionat de masses o rodals selectes o escollit en un hort llavorer o per clons testats.

La comercialització i certificació de l'MFR a Espanya estan regulades segons el Reial decret 289/2003, de 7 de març, sobre comercialització dels materials forestals de reproducció (*Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 58, de 8 de març de 2003) i les seves modificacions del RD 1220/2011, de 5 de setembre. En aquesta normativa s'exposen les pautes de compliment obligat que han de seguir els productors i proveïdors en la

certificació i comercialització de l'MFR. Amb això se certifica una gestió sostenible i una millora i conservació dels recursos genètics forestals, de manera que es pugui assegurar que els materials forestals de reproducció que s'utilitzen són d'alta qualitat, així com adequats a les condicions del medi en què es fan servir.

L'MFR es defineix com els fruits i les llavors, parts de plantes i plantes que s'utilitzen per multiplicar les espècies forestals i els seus híbrids artificials, i se subdivideixen en quatre grups en funció de la seva categoria genètica: **identificats, seleccionats, qualificats i controlats**. Aquests últims són els que han de complir més requeriments i menys variabilitat.

L'MFR s'obté del material de base (MB). Els tipus de MB aprovats actual-

ment són: fonts llavoreres, horts llavorers, clons, rodals selectes, progenitors de família i barreja de clons.

Al web del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació podem consultar el Catàleg nacional de materials de base.

La sembra de glans d'alzina surera

La sembra és una pràctica tradicional de restauració forestal per la qual es va perdre interès durant la segona meitat del segle XX, a mesura que les plantes en contenidor es van convertir en el format predominant (Reque i Martín, 2015). En canvi, els últims anys, l'opció de la sembra està tornant a despertar interès en àrees temperades.

Avantatges de la sembra de glans

Els avantatges principals de la restauració forestal d'alzina surera mitjançant la sembra en comparació amb la plantació són els següents:

- ▶ Cost notablement més baix: el preu d'adquisició, transport, emmagatzematge i instal·lació de les llavors és notablement inferior al de les plantes. L'estalvi de la sembra respecte a la plantació pot ser del 30-40% (King i Keeland, 1999) fins a més del 65% (Bullard *et al.*, 1992) o 75% (Madsen i Löf, 2005).
- ▶ Preparació del terreny menys intensiva: és possible fer una restauració forestal d'àrees inaccessibles per a la maquinària regular o adaptada i en terres vulnerables a l'erosió.
- ▶ Aspectes fitosanitaris i contaminació genètica: hi ha menys possibilitat de transportar malalties i fongs exògens a les àrees restaurades (Sánchez *et al.*, 2005).
- ▶ Similitud amb el procés natural de regeneració (que afavoreix la selecció natural i una adaptació més bona al medi).
- ▶ Desenvolupament elevat del sistema radical de forma natural: la sembra de tardor permet desenvolupar l'arrel axonomorfa en profunditat durant els mesos més humits, de manera que, en arribar la temporada seca, té accés a les zones més humides del sòl. Cal tenir en compte que, en els primers estadis de la planta, les alzines sureres destinen el 90% dels recursos a desenvolupar el sistema radical i només el 10% a desenvolupar el sistema aeri. La planta en contenidor, en canvi, no pot desenvolupar l'axonomorfa (per l'efecte de repicada dels contenidors), i la conreada a arrel nua perd gran part de l'arrel axonomorfa en el moment de ser arrencada. Com a conseqüència d'això, el sistema radical d'una planta de viure és més superficial del que tindria en condicions naturals, per tant, fa que sigui més susceptible al dèficit hídric, ja que no pot accedir a les capes profundes del sòl.
- ▶ Taxa de supervivència elevada de les plantes sembrades: la planta provinent de la gla té una supervivència durant els primers períodes

vegetatiu superior al 50%, i sovint, de prop del 100% (Mendoza *et al.*, 2009; Matías *et al.*, 2009).

Inconvenients de la sembra de glans

Tot i que aquests avantatges són evidents, la sembra continua sense ser una tècnica rellevant en restauració, degut, principalment, als inconvenients següents:

- ▶ Més incertesa respecte a la disponibilitat de llavors (especialment, en el cas de les espècies anyívoles i amb llavor recalcitrant, que no es poden emmagatzemar durant llargs períodes) i respecte a la determinació del potencial germinatiu de la llavor, que és més difícil d'avaluar que la qualitat de la planta.
- ▶ Predació de llavors: les glans són especialment apreciades pels rosegadors (ratolins, talps, esquirols, conills) i els senglars, a causa del seu alt contingut nutritiu. A més, hi ha altres amenaces possibles localment rellevants, com poden ser els cabirols, els ocells i els insectes en especial, el diabló del castanyer (*Curculio elephas*), un coleòpter que en estat larvari perfora la gla per alimentar-se. Tot i que existeixen diferents sistemes per protegir les llavors de la predació, aquests no són gaire coneguts. En aquesta guia es presenten alguns d'aquests sistemes.

- ▶ Competència de la vegetació establerta, especialment, les herbàcies. Més necessitat de treballs culturals de manteniment el primer any.
- ▶ Mortalitat per gelades tardanes o sequera estival, per tant, més vulnerabilitat de les plàntules en els primers estadis després de la germinació.

El balanç entre avantatges i inconvenients de la sembra i la plantació depèn molt, per tant, de les condicions particulars de cada tipus de restauració, tot i que es pot concloure que la sembra pot ser una manera molt eficient de fer restauracions forestals amb alzines sureres, especialment en àrees en què la utilització de maquinària per a la preparació del sòl està limitada pel trànsit de maquinària (rodals dispersos de petites dimensions), l'accessibilitat (presència de peus adults o fort pendent) o altres restriccions ambientals o tècniques, sempre que es pugui controlar la depredació d'una manera efectiva i amb un cost baix.

Recomanacions per a la sembra de glans d'alzina surera

A continuació s'indiquen els aspectes principals que cal tenir en compte a l'hora de fer una sembra, a partir de bibliografia i de les aportacions del comitè d'experts del projecte Life+Suber.

- La mida de la gla és una qüestió molt important, ja que té un efecte directe en la longitud i vigor de les arrels.

És important que les glans tinguin el màxim pes possible.

- Si les glans no estan pregerminades s'aconseja que estiguin ben hidratades per immersió en aigua durant 48 hores (Gómez *et al.*, 2016). També es recomana submergir les glans en aigua per descartar les que flotin, ja que indica que no són viables.
- La profunditat de sembra és aconsellable que sigui d'entre 5 i 7 cm.
- Per facilitar la sembra, el Grup Sylvestris ha desenvolupat una sembradora manual que facilita la feina i permet sembrar a la profunditat d'entre 5 i 7 cm. Tot i que no es comercialitza, se'n poden fabricar a partir del croquis que proporciona el mateix Grup Sylvestris (figura 55).
- Un altre aspecte important és el nombre de glans que hi ha d'haver

en cada punt de sembra. Tenint en compte la poca despesa que suposa l'adquisició de glans, en general es recomanen dues glans per cada punt de sembra per incrementar les probabilitats d'èxit i minimitzar l'impacte de possibles problemes de falta de germinació.

- Per garantir la màxima viabilitat de les glans, s'aconseja dur a terme la sembra just després d'haver-les recol·lectat. La difícil conservació de la gla en cambra i els atacs de diabló del castanyer no recomanen les sèmres tardanes, després del gener. Un altre aspecte que reforça aquesta recomanació és el poc temps que la planta tindria per desenvolupar un sistema radicular potent per poder afrontar l'estrès hídric de l'estiu.
- En zones cremades de gran superfície i que no es preveu aconseguir



regeneració natural, convé sembrar com més aviat millor. Com més s'allunya la sembra de l'any de l'incendi, més competència hi ha d'herbàcies i altres plantes, i més presència de predadors.

- En relació amb la germinació, en cas que surtin dos brots, convé esperar a la segona saba per retirar el menys vigorós.
- Segons una experiència de la Universitat de Huelva, a les parcel·les amb condicions de semiombra (FCC entre el 40% i el 80%), el percentatge de supervivència durant tres anys és més alt que en les parcel·les amb condicions d'ombra (FCC >80%) o de solana (FCC=0%), tot i que les

condicions de solana poden afavorir que les plantes creixin més en alçada.

- Ús de protectors antipredació.

Tècniques per evitar la predació de glans

Per evitar o mitigar la predació es poden fer servir diferents sistemes de protecció de llavors forestals, que s'agrupen de la manera següent:

a) Protecció física individual (o de 2-3 glans sembrades juntes)

Els últims anys s'han desenvolupat dos tipus de protectors físics, els quals



Figura 55. Sembradora Sylvestris.

s'han implementat en el marc del projecte Life+Suber.

Protector Seed Shelter

Patentat per la Universitat de Granada i atorgada una llicència al Grup Sylvestris, SL, consisteix en un octàedre truncat de polipropilè de 0,8mm de gruix, que es munta en el moment d'executar la sembra (sobre la base de dues làmines de dos làmines preformades que inclouen una sèrie de ranures i pestanyes i que es munten en pocs segons), omplint el volum interior del dispositiu amb sòl del mateix clot (o, en funció de la seva textura, preferiblement amb torba) i amb dues glans disposades horitzontalment al centre del protector (figura 56). El dispositiu s'enterra amb la part superior a 2 cm de profunditat. Els forats inferior i superior permeten l'emergència de l'arrel axonomorfa i

de la tija, respectivament (Figura 57) (Castro *et al.*, 2015).

Segons la mateixa experiència del Grup Sylvestris, aquest tipus de protector és molt eficaç contra rosegadors, però no ho és tant quan hi ha una densitat molt elevada de senglars i la zona que s'ha repoblar és petita, com també s'ha pogut comprovar en l'experiència realitzada en el marc del projecte Life+Suber.

En aquests casos, el més apropiat és posar-hi un altre tipus de protector, molt més robust (malla metàl·lica amb 3-4 aspres), tot i que té un cost molt més elevat. Dins d'aquests protectors és possible instal·lar el protector Seed-Shelter per protegir les glans dels rosegadors.

A la Figura 58 es compara la predació de glans en les situacions següents: amb tanca i sense, i amb protector

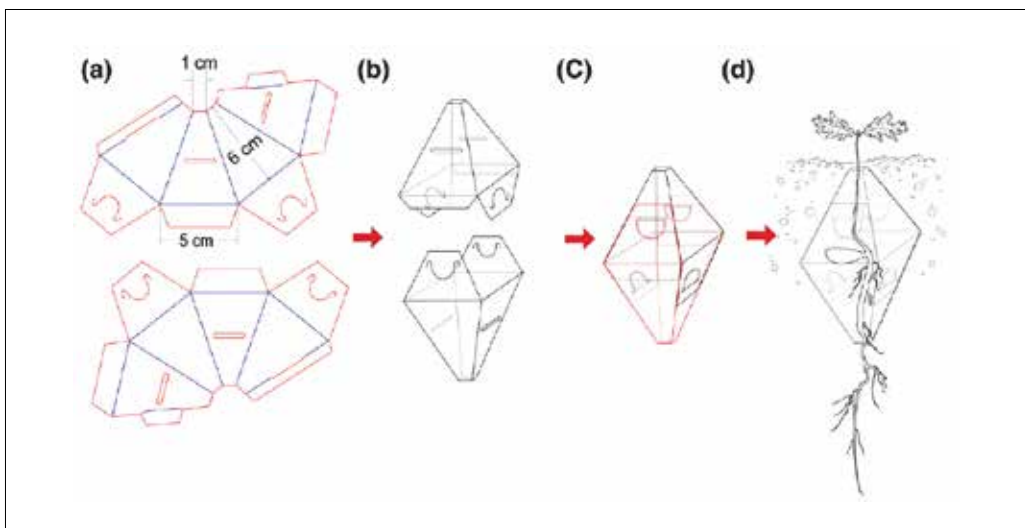


Figura 56. Esquema de muntatge i instal·lació del protector Seed Shelter (Castro *et al.*, 2015).



Figura 57. Protector Seed Shelter ja muntat amb les glans i la terra.

Seed-Shelter i sense. Es pot observar que amb el protector Seed-Shelter no es produeix depredació de glans a càrrec de petits rosegadors, ni d'esquirols, ni rates, independentment de si hi ha tanca. En canvi, en el cas del senglar sí que es produeix depredació de la gla quan no hi ha tanca i gairebé no s'observen diferències entre utilitzar el Seed-Shelter o no.

Protector de malla

Protector patentat per la Universitat de Valladolid (Reque i Martín, 2015) que consisteix en un cilindre de malla metàl·lica molt fina (1 mm de gruix, 35 cm d'alçària, 6 cm de diàmetre i 6 mm de llum de malla) i degradable a mitjà termini. Té la base cònica i permet que emergeixi el sistema radical. Aquest model inclou una sèrie de defenses

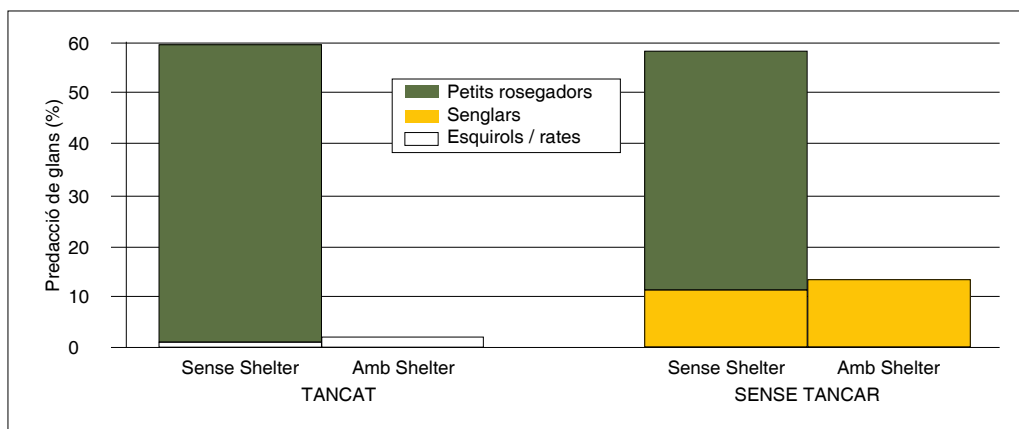


Figura 58. Percentatge de depredació de gla pels diferents tipus de depredadors en relació amb la instal·lació de tanca i la de Seed-Shelter (Castro *et al.*, 2015).

contra els diferents mamífers: la base cònica de la malla s'uneix al cilindre amb una espècie de corona que impedeix que els rosegadors puguin accedir a la gla per sota del protector; per evitar que puguin entrar des de la boca superior, hi ha una esfera (ganya o pilota de ping-pong), recolzada sobre tres fils, que la planta anirà traient del protector a mesura que creixi (figura 59).

Aquest dispositiu, més complex i pesant, protegeix tant la llavor com la plàntula, però té com a inconvenient principal que la construcció és manual i molt laboriosa, ja que no es comercialitza muntat ni es fabrica industrialment (Figura 60).

El senglar pot arrencar el tub, però, a causa de la seva flexibilitat, no és capaç d'extreure'n la gla, motiu pel qual acaba desistint si la superfície reforestada és molt gran. En superfícies petites es recomana recobrir el protector amb restes de tallada per dificultar l'accessibilitat del senglar, tot i que als rosegadors no els afectarà (Leverkus *et al.*, 2013).

El temps necessari per construir cada protector és d'uns 10 minuts, segons l'experiència en el projecte Life+Suber, de manera que el cost d'elaboració i manipulació és més alt que en el cas dels Seed-Shelter.

b) Protecció química o quimicofísica

Recobriments de la gla o del sòl que l'envolta amb un producte que en modifica l'olor o el gust (amarg o irritant/picant),

i la fa desagradable per al possible predador. Tot i que hi ha una gran varietat de substàncies, tant comercials com de fabricació casolana, totes han mostrat un èxit relatiu, ja sigui perquè no són efectives o perquè fan malbé la llavor. Així doncs, el repte dels productes repel·lents és evitar la predació de manera eficient sense afectar negativament la capacitat de germinació de la llavor.

Alguns dels productes que s'ha demostrat que no són efectius segons la bibliografia són la càmfora, fems secs, querosè, aiguarràs, benzoat de denatoni i diversos extractes vegetals i animals.

c) Protecció col·lectiva

Es tracta d'instal·lar una tanca, electricada o no, en el perímetre d'una zona sembrada àmplia, que impedeixi que el senglar hi accedeixi. Es pot dir que aquest és un sistema molt car i inaplicable en moltes estacions forestals.

Una altra alternativa per assegurar l'èxit de la sembra pot ser fer una sembra amb una densitat molt elevada (quatre vegades més de la densitat esperada), tot i que no sempre és una solució efectiva, i, si és possible, esperar a fer-ho en un any de bona collita, ja que, si hi ha moltes glans al bosc, la fauna busca molt menys la gla a les zones de repoblació.

Finalment, es recomana una preparació de terreny d'intensitat molt baixa, ja que el senglar es veu atret per la terra remoguda.

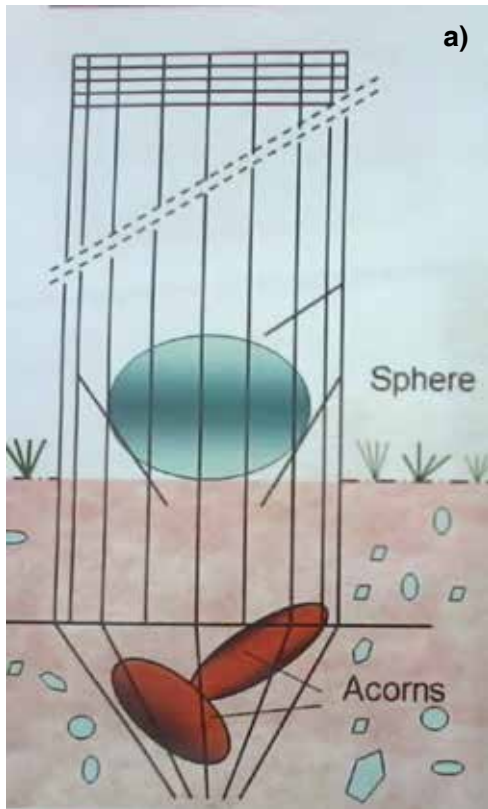


Figura 59. Esquema i aspecte del protector «Universitat de Valladolid».

a) Vista lateral del protector. b) Protector parcialment no enterrat amb arrels emergents el mes de febrer (Reque i Martín, 2015).



Figura 60. Sembrat amb el protector de malla a Can Iglesias, rodal d'actuació del projecte Life+Suber.

La plantació

La plantació és el procés pel qual s'implanten plantes produïdes en un viver perquè es desenvolupin i formin, en un

futur, una massa forestal productiva i estable.

En general, es pot plantar a arrel nua o en contenidor. Les plantes a arrel nua són plantes conreades en un viver

directament sobre el terreny i que es planten sense cap pa de terra que en cobreixi el sistema radical. Són plantes que tenen un període de plantació molt curt, és a dir, que la seva plantació està condicionada per l'època de l'any. En el cas de l'alzina surera, aquesta opció és poc habitual per la poca disponibilitat de planta amb aquest sistema i la dificultat de la gestió, que requereix una immediatesa entre l'arrencada i la plantació.

La planta en contenidor és produïda en envasos especials, farcits d'un substrat adequat, que formen un pa de terra al voltant de l'arrel. S'ha de tenir en compte que la planta conreada d'un any acostuma a venir en safates forestals. Els alvèols d'aquestes safates són poc profunds i limiten el creixement axonormorf de l'arrel (Gómez *et al.*, 2016), cosa que és clau per a les alzines sureres, que depenen del fet que l'arrel es desenvolupi ben aviat per sobreviure a la sequera (figura 61).

- **Gestió de la planta**

És molt important la gestió de la planta des de la sortida del viver fins a la zona que s'ha de repoblar.

Per evitar una dessecació de la planta o escalfaments que puguin provocar fermentació, és molt important protegir la planta. Si el transport es fa al descobert la planta haurà d'estar protegida amb embalatges. Si el trajecte és llarg, s'ha de realitzar amb vehicles coberts (Bernal i Ojeda, 2010). Es recomana anar comprovant que la terra estigui prou humitejada per evitar la desseca-



Figura 61. Planta d'alzina surera en contenidor.

ció. Una vegada la planta sigui a bosc, s'ha d'emmagatzemar en algun lloc protegit del fred, dels vents forts, la calor i els predadors.

- **Mètodes de plantació**

Depenent dels mitjans disponibles o de la morfologia del terreny, la plantació podrà realitzar-se per mitjans manuals, que es basen a obrir un sot, com més gran millor; es recomana un mínim de 40 x 40 x 40 cm (De María *et al.*, 2003), amb l'ajuda d'una aixada de boca estreta d'una eina similar.

Una altra opció per a la plantació manual amb aixada és fer els solcs amb una retroexcavadora. Així ens assegurarem que les dimensions seran les adequades.

Un bon mètode per aprofitar l'aigua de la pluja, i amb l'objectiu d'ajudar a la supervivència de la planta, és cavar

una mica al voltant de la planta, fer una espècie de cavalló perquè l'aigua hi quedi retinguda i així protegir la plantació contra la sequera.

- Protecció contra danys produïts per animals

On s'ha comprovat la presència d'animals en una quantitat que pot suposar un risc a la repoblació és necessari assegurar la seva protecció. Existeixen bàsicament dos sistemes: els tancaaments o els protectors individuals.

El tancament es fa servir per tancar tota l'àrea de repoblació. És un sistema efectiu, però car pel que fa a la cons-

trucció i manteniment (Pemán i Navarro, 1998).

Enfront aquesta situació i la impossibilitat de tancar tot el bosc, es planteja com a solució l'ús de protectors individuals. Hi ha al mercat protectors de dissenys comercials de baix cost. En aquest cas, els costos de mà d'obra (instal·lació i manteniment) són els més importants. Com més alta sigui la protecció més alts seran els costos.

Es tracta, en general, de tubs de malla plàstica o metàl·lica, de fins a 2 m d'alçària, que s'enterren parcialment a terra i se subjecten amb un aspre, per evitar que el bestiar o la fauna facin malbé la planta (figura 62).



Figura 62. Plantació d'alzines sureres amb protector al Montnegre-Corredor.

Casos pràctics de gestió per a la restauració de suredes degradades

Actuacions implementades en el projecte Life+Suber

S'han realitzat actuacions de restauració de suredes degradades en quatre rodals, un en cada àmbit de distribució de la sureda a Catalunya (Alt Empordà, Gavarres, Montseny-Guilleries i Montnegre-Corredor). Tots els rodals són de 3 ha i estan situats en zones de qualitat d'estació alta.

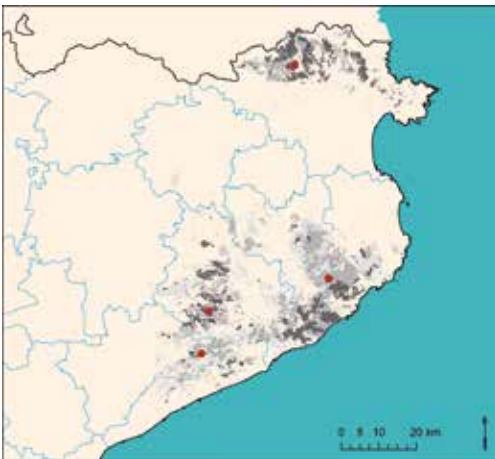


Figura 63. Localització dels 4 rodals on s'han implementat actuacions de restauració d'alzines suredes degradades.

Objectius i definició de les actuacions

L'objectiu és la recuperació de suredes degradades, ja sigui perquè han patit el pas d'un incendi o perquè fa anys que no se'ls practica cap actuació silvícola

ni cap tipus d'aprofitament. Concretament, en el projecte s'ha actuat en tres rodals afectats per incendis (el rodal de l'Alt Empordà va patir un incendi l'any 2012; el de les Gavarres, l'any 2003, i el del Montseny, l'any 1994; tots, sense cap tipus d'intervenció posterior) i un rodal, el del Montnegre-Corredor, en què no s'havia practicat cap intervenció silvícola des dels anys 1960-65.

Es pretén recuperar el potencial productiu d'aquestes masses i fer-les més vitals, resilents i resistents contra les múltiples amenaces que en poden afectar la persistència i capacitat productiva. En general, es proposen estructures de massa irregularitzada amb una fracció de cabuda coberta d'entre un 60% i un 70%, per evitar la proliferació excessiva dels matollars i així ajudar a millorar l'estructura de la massa des del punt de vista de la vulnerabilitat en casos d'incendis forestals.

Els treballs silvícoles realitzats han consistit en una estassada selectiva (amb un pes variable de la coberta arbustiva a eliminar des del 90-100% fins al 40-60%), una aclarida selectiva per eliminar peus amb la capacitat productiva danyada, podes de formació dels rebrots postincendi per fomentar la qualitat del suro futur creant un canó sense branques d'una altura que faciliti l'aprofitament surer, selecció de tanys als rodals amb mates, de surera o alzina, amb diversos rebrots i el tractament de les restes vegetals per evitar el risc d'incendi (en general, trossejat curt *in situ* per facilitar la ràpida descomposició i incorporació al sòl).

Al rodal del Montseny també es va realitzar una sembra de densificació, ja que es va detectar una clariana amb una densitat molt baixa d'arbratge. Per reduir el risc de depredació es van utilitzar els dos tipus de protectors de llavors explicats anteriorment (protector Seed-Shelter i protector de malla).

Resultats principals

Totes les intervencions dissenyades per a cada un dels quatre rodals es van realitzar durant la parada vegetativa de 2015/2016, per evitar l'època de reproducció de les principals espècies de fauna presents. Paral·lelament, es va dur a terme el seguiment dels paràmetres silvodosomètrics per monitorar les intervencions des d'abans de l'execució i fins a dos anys després. La figura 64 mostra el canvi en l'aspecte d'un rodal d'actuació.

Analitzant l'evolució de la distribució diamètrica (figura 65) s'observa com, al cap de dos anys, aquesta distribució per CD s'ha mantingut aproximadament igual, però amb una reducció de la densitat total. Les CD20 i CD25 són les que han tingut un augment de densitat.

Referent a la composició específica (taula 10), s'observen canvis significants per a la *Quercus suber*, que augmenta el seu percentatge i supera el 80%. Per al cas de les coníferes, els tractaments en suposen una disminució considerable. Finalment, les altres frondoses pateixen també una reducció, tot i que la seva presència



Figura 64. Aspecte abans de les actuacions, després i al cap de dos anys, del rodal d'actuació de Can Mainouet, Montnegre-Corredor.

percentual es manté superior al 10%; es considera, així, la massa com una formació pura d'alzina surera.

Finalment, analitzant l'evolució de la FCC (taula 11), amb l'objectiu de veure l'efecte dels tractaments sobre l'estructura de capçades, es pot observar que després del tractament hi ha una reducció d'aproximadament un 20%. Dos anys després del tractament, aquesta variable augmenta lleugerament, pos-

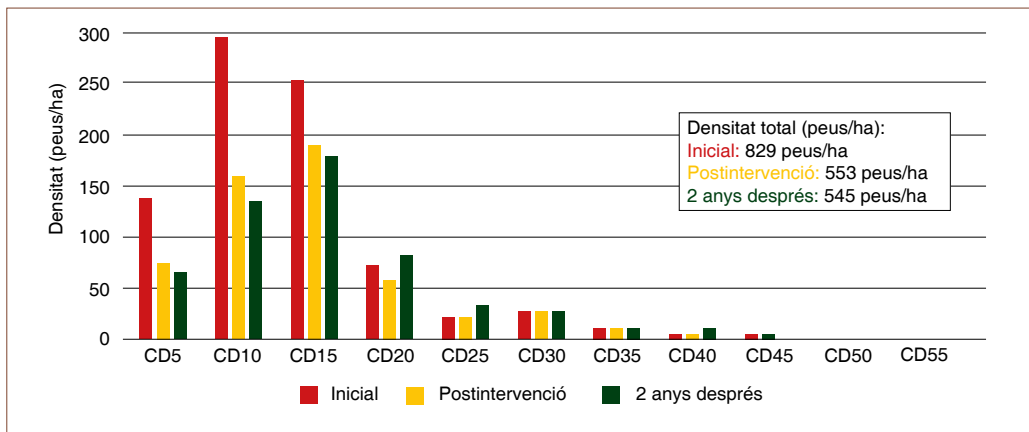


Figura 65. Distribució diametral mitjana d'alzina surera als rodals amb l'objectiu de recuperació del potencial productiu, abans de les actuacions, després i al cap de dos anys.

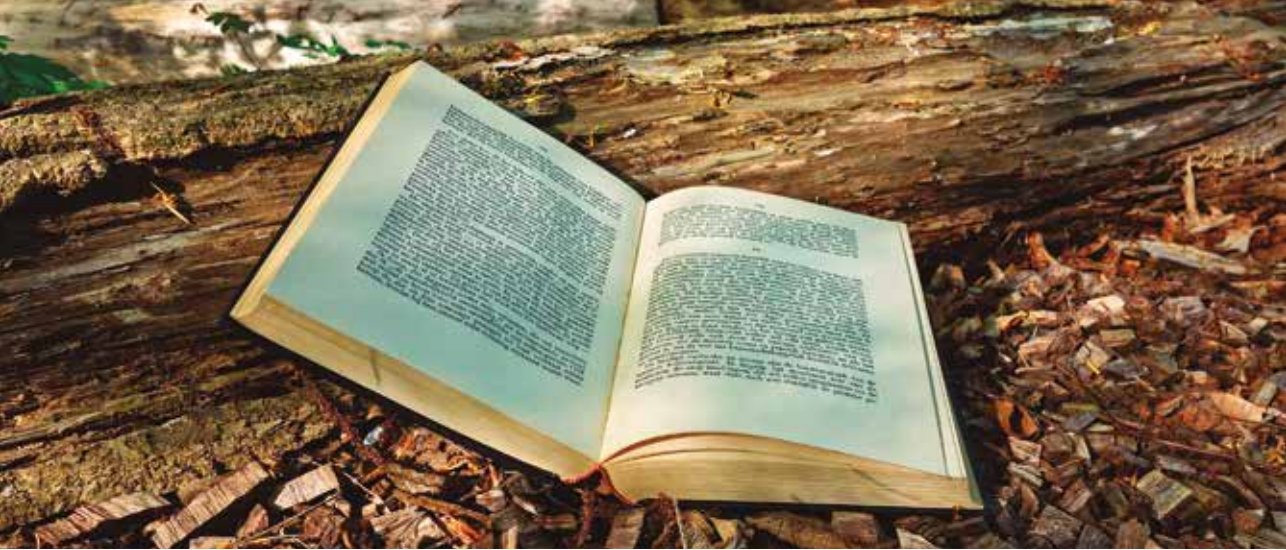
siblement per l'alliberament de competència, que ha causat que els peus que van quedar hagin pogut desenvolupar més la seva capçada.

Taula 11. Evolució de la fracció de cabuda coberta (FCC) mitjana calculada amb fotos hemisfèriques per als rodals amb l'objectiu de recuperació del potencial productiu de l'alzina surera

	FCC
Abans de les actuacions	79%
Després	60%
Al cap de dos anys	66%

Taula 10. Percentatge d'àrea basimètrica mitjana segons la composició per als rodals amb l'objectiu de la recuperació del potencial productiu de l'alzina surera

	Quercus suber	Coníferes	Altres frondoses
Abans de les actuacions	76%	7%	17%
Després	84%	3%	13%
Al cap de dos anys	83%	3%	14%



Bibliografía

Berdón, J.; Bernal, C.; Cardillo, E.; Encinas, M. 2015. *Restauración de Alcornocales Incendiados*. CICYTEX – Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón, Mérida. 37 p.

Bernal, N.; Ojeda, J.P. 2010. *Manual de buenas prácticas sobre la regeneración del monte alcornocal*. AGRESTA. Madrid. 116 p.

Bullard, S.H.; Hodges, J.D.; Johnson, R. L.; Straka, T. J. 1992. *Economics of direct seeding and planting for establishing oak stands on old-field sites in the South*. South J Appl For 16:35-40.

Castro, J.; Leverkus, A.; Fuster, F. 2015. *A new device to foster oak forest restoration via seed sowing*. New Forests, 46 (5): 919-929.

De María, A.; Touriño, L.; Manzano, I.; Domínguez, M. 2003. *Técnicas de Gestión Forestal Sostenible en la Repoblación Forestal*. SILVANUS Galicia. Santiago de Compostela. 173 p.

Gómez, P.J.; Jiménez, M.N.; Navarro, F.B.; Fernández, P.; Carbonero, M.D.; Muñoz, M.L.; Caño, A.B. 2016. *La regeneración del arbolado en la dehesa*. IFAPA. Institut de Recerca i Formació Agrària i Pesquera. 90 p.

King, S. L.; Keeland, B. D. 1999. *Evaluation of reforestation in the lower Mississippi River Alluvial Valley*. Restoration Ecology. p. 7: 348-359.

Leverkus, A.B.; Castro, J.; Puerta-Piñero, C.; Rey Benayas J.M. 2013. *Suitability of the management of habitat complexity, acorn burial depth, and a chemical repellent for post-fire reforestation of oaks*. Ecol Eng 53:15-22.

Linares, L.; Fariña, J. 2001. *Estado actual y propuestas de gestión del alcornocal en montes del PN Los Alcornocales (Cádiz)*. En: III Congrés Forestal Espanyol. Societat Espanyola de Ciències Forestals. Granada.

Madsen, P.; Löf, M. 2005. *Reforestation in southern Scandinavia using direct seeding of oak (Quercus robur L.)*. Forestry 78:55-64.

Matías, L.; Mendoza, I.; Zamora, R. 2009. *Consistent pattern of habitat and species selection by post-dispersal seed predators in a Mediterranean mosaic landscape*. Plant Ecol. 203, 137-147.

Mendoza, I.; Zamora, R.; Castro, J. 2009. *A seeding experiment for testing tree community recruitment under variable environments: implications for forest regeneration and conservation in Mediterranean habitats*. Biol. Conserv. 142, 1491-1499.

Montero, G.; López, E. 2008. *Selvicultura de Quercus suber L.* En: Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. A. (eds.). *Compendio de selvicultura aplicada en España*. Institut Nacional de Recerca i Tecnologia Agrària i Alimentària. Ministeri d'Educació i Ciència. Madrid, p. 778-825.

Nebot, E.; Piqué, M.; Villar, M.; Frigola, P.; Laporta, X. 2013. *Integració del règim i tipus d'incendis en la gestió de les suredes a l'Alt Empordà: quin model de gestió seguir?*. A: Tusell, J. M.; Vericat, P. (eds.). XXX Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Consorci Forestal de Catalunya. Santa Coloma de Farners, p. 59-68.

Pemán, J.; Navarro, R. 1998. *Re poblaciones forestales*. Servei de publicacions de la Universitat de Lleida. Lleida. 400.

Reque, J. A.; Martin, E. (2015). *Designing acorn protection for direct seeding of Quercus species in high predation areas*. Forest Systems 24(1): e018.

Sánchez, M.E.; Andicoberry, S.; Trapero, A. 2005. *Pathogenicity of three Phytophthora spp. causing late seedling rot of Quercus ilex ssp. ballota*. For Pathol 35:115-125.

SUBERNOVA. 2005. *Código Internacional de Prácticas Suberícolas*. Proyecto SUBERNOVA, Évora y Mérida, p. 13.

Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R. (eds.). 2012. *Gestió adaptativa al canvi global en masses de Quercus mediterrànies*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. 172 p.



Secció IV

Gestió per al control integral de plagues de l'alzina surera

Antonio Torrell
Josep Maria Riba

Patologies de la sureda

Es divideixen en dos tipus, malalties i plagues, que afecten en més o menys grau les alzines sureres. Moltes provoquen un afebliment de l'arbrat, algunes deterioren el suro i d'altres arriben a ser letals. Per a la prevenció i control es recomana aplicar la gestió integrada de plagues (GIP), sempre amb la finalitat de mantenir els nivells poblacionals dels patògens per sota dels llindars de produir danys significatius.

En l'aplicació de la GIP s'anteposaran, sempre que sigui possible, els mètodes biològics, biotecnològics, culturals i físics als mitjans químics. En cas que sigui necessària una intervenció amb

productes químics, les matèries actives que s'utilitzaran han de ser com més compatibles millor amb els organismes que no són objecte de control, també han de presentar com menys perill millor per als humans i el bestiar i generar el mínim impacte possible sobre el medi ambient en general.

Tant les feromones com els productes fitosanitaris utilitzats en els tractaments han d'estar autoritzats per al seu ús concret en el Registre de productes fitosanitaris del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació.



Malalties

Escaldat (*Diplodia corticola*)

Xancre carbonós (*Biscogniauxia mediterranea*)

Podridura radical associada al *Phytophthora cinnamomi*

Escaldat (*Diplodia corticola*)

És una malaltia caracteritzada per provocar uns xancre que es formen sobre la superfície destapada de l'alzina surera. La dispersió de les espores es produeix mitjançant la pluja, el vent o les eines de poda o lleva infectades; és per això que les lesions generalment venen associades a ferides de lleva.

El fong causa la mort dels vasos conductors a les zones més extenses del tronc i als teixits regeneradors del suro. Les lesions venen acompanyades d'un pansiment i una pèrdua progressiva de les fulles i la mort de les branques. Habitualment, les ferides causades no comprometen la vitalitat de l'arbre, però afecten seriosament la producció de suro de qualitat i, en els casos en què l'atac és molt greu, l'alzina surera

pot arribar a morir. Per aquesta raó és molt recomanable realitzar tractaments fungicides després de la lleva, especialment si l'ambient és humit.

Mesures de prevenció

- Evitar ferides a l'escorça dels tronc i les branques, especialment en època de pluges.
- Desinfectar les eines.
- Reduir la intensitat i el nombre de podes.
- Mantenir l'arbrat vigorós i no sotmès a estrès per dificultar la progressió de la malaltia.
- Aplicar productes fungicides immediatament després de realitzar la lleva o la poda.



Figura 66. Alzines sureres afectades per *D. corticola*.

Xancre carbonós (*Biscogniauxia mediterranea*)

Aquesta malaltia pot afectar diverses frondoses, però les més susceptibles són la *Q. suber* i *Q. ilex*. És un patògen oportunista associat al decaïment dels arbres, que aprofita l'afebliment per sequera o infeccions radiculars per estendre's i arribar a causar la mort.

La simptomatologia típica és la presència de l'estroma carbonós en clivelles longitudinals de l'escorça. L'afectació acostuma a començar per les branques terminals i posteriorment va afectant les parts inferiors, fins a arribar al tronc.

Mesures de prevenció

- Desinfectar les eines de poda.
- Reduir el nombre de podes.
- Tallar o bé podar els arbres o branques afectades pel xancre i eliminar-los, preferentment cremant-los.
- Aclarir la massa.
- Evitar situacions d'estrès hídric.
- Realitzar pràctiques culturals adequades per vigoritzar els peus.



Figura 67. Estromes de *Biscogniauxia mediterranea* en clivelles.

Podridura radical associada a *Phytophthora cinnamomi*

Es tracta d'un patogen molt virulent que no necessita l'afebliment de l'arbre per provocar la malaltia. Produeix la mort gradual de les arrels absorbents, cosa que incapacita l'alzina surera perquè pugui obtenir aigua i nutrients del sòl. El desenvolupament d'aquesta malaltia desemboca en la mort de l'arbre.

S'ha observat que *P. cinnamomi* exerceix un paper significatiu en els processos d'asseccament.

Mesures de prevenció

- Evitar embassaments temporals o permanents.
- Limitar els moviments de terres.
- Desinfectar les eines.
- Evitar treballs sota la projecció de la capçada dels arbres per no produir ferides a les arrels.
- A favorir el bon estat de l'arbrat.
- A favorir la flora bacteriana i fúngica.



Figura 68. Mort súbita produïda per *Phytophthora cinnamomi*.

Plagues ocasionades per insectes o àcars

Picadors-xucladors

Gal·lícoles

Defoliadors, mastegadors i minadors

Picadors-xucladors

Són insectes, principalment pugons, cotxinilles, però també àcars, que s'alimenten dels líquids vegetals interns i de la saba. Si els atacs són significatius, indueixen els arbres a un debilitament fisiològic que els predisposa a ser colonitzats per insectes perforadors. Uns quants exemples en són: *Asterodiaspis ilicicola*, *Parthenolecanium*, *Kermes ilicis*, *Aceria ilicis*.



Figura 69. *Asterodiaspis ilicicola*.



Figura 70. *Aceria ilicis*.

S'ha de destacar el cas de *Kermes vermilio*, ja que, des de l'any 1997, a Catalunya, se n'aprecien afectacions importants tant en alzines naturals com ornamentals. Els arbres que afecta més són els que creixen de forma aïllada o als marges dels camps de conreu.



Figura 71. *Kermes ilicis*.

És una cotxinilla xucladora que es fixa als branquillons per alimentar-se de saba, cosa que produeix el pansiment i l'assecat progressiu de les fulles. Això provoca una disminució de la capacitat fotosintètica de l'arbre. Els climes temperats i secs afavoreixen que ataquí.

Mesures de prevenció i lluita

- Afavorir el bon estat de l'arbrat.
- Únicament es recomana fer tractaments químics quan l'atac sigui molt intens i en anys consecutius, ja que habitualment els enemics naturals (depredadors, paràsits o fongs entomopatògens) són capaços de mantenir la població d'aquesta cotxinilla

a nivells tan baixos que no arriben a considerar-se plaga. El tractament s'ha de realitzar entre finals de juny i principis d'agost, ja que en aquest moment les nimfes acabades de néixer són mòbils i encara no han format la coberta de cera que les impermeabilitza i les protegeix del tractament.



Figura 72. Capçada afectada per *Kermes vermilio*.



Figura 73. Femelles de *Kermes vermilio*.

Gal·lícoles

Són insectes que indueixen la planta a un desenvolupament anormal del teixit vegetal a les fulles o branquillons, cosa que dona lloc a agalles o cecidis, que són malformacions característiques de cada espècie. En la majoria dels casos no comprometen la vitalitat dels arbres.

Uns quants exemples en són: *Dryomyia lichtensteini*, *Andricus hispanicus*, *Plagiotrochus quercusilicis*.



Figura 74. Cecidis d'*Andricus hispanicus*.



Figura 75. Agalles de *Dryomyia lichtensteini* al revés de les fulles de *Quercus ilex* spp. *ballota*. Autor: Luís Fernández García. Font: Wikimedia.org.

Defoliadores, mastegadores i minadores

Són lepidòpters, les erugues dels quals produeixen danys perquè s'alimenten totalment o parcialment de les fulles tendres i les gemmes en arbres sans. Cíclicament produeixen fortes defoliacions i, de vegades, estan associats amb diverses espècies, amb les quals causen els danys.

Generalment no es veu compromesa la vida de l'arbre, però defoliacions intenses afecten el creixement de l'arbre, i el fan més susceptible a l'atac d'altres agents perjudicials.

En el cas de l'alzina surera, atacs forts poden arribar a dificultar, i fins i tot impossibilitar, l'extracció del suro, tant pels efectes produïts l'any en curs com els anys posteriors. En els períodes de tallada de selecció aquests atacs provoquen la depreciació del suro.

Les espècies que originen més danys sobre l'alzina surera a Catalunya són:

Lymantria dispar

És un lepidòpter molt polífrag i voraç. La femella adulta té una envergadura de 45-65 mm i 3 cm de llargada, i té un abdomen molt inflat que li impedeix volar, cosa que fa que es desplaci caminant. En canvi, el mascle és bon volador. Les femelles passen per sis estadis larvaris abans de crisalidar-se, mentre que els mascles en tenen cinc. En els tres primers estadis les erugues tenen el cap



Figura 76. Eruga de *Lymantria dispar* en el 6è estadi.

negre i el cos presenta unes taques simples. En els últims estadis l'eruga assoleix 45-75 mm de llargada i es caracteritza per presentar dues línies de tubercles a la part superior, quatre blaves i set vermelles.

La dinàmica poblacional d'aquest insecte es caracteritza per alternar períodes de diversos anys de baixa incidència seguits d'altres de més curts, en què té una explosió demogràfica, amb defoliacions importants.

La dispersió de la plaga es produeix per l'acció del vent, que transporta les erugues en els primers estadis gràcies als nombrosos pèls que els recobreixen el cos.

Tortrix viridana

És una papallona de color verd clar i uns 2 cm d'envergadura. Quan està en la fase d'eruga forma uns refugis amb les fulles o els aments, units per sedes, molt fàcils d'observar.

Les erugues es despengen de les branques mitjançant uns fils sedosos, que, gràcies a l'acció del vent, utilitzen per dispersar-se.

Tant la presència dels refugis com dels fils sedosos són fàcils d'observar i permeten fer-se una idea d'aquest tipus d'atac.



Figura 77. Eruga *Tortrix viridana* en el 5è estadi.



Figura 78. Danys produïts per *Tortrix viridana*.



Figura 79. Eruga de *Tortrix viridana* en l'estadi inicial.

Catocala nymphaea* i *Catocala nymphagoga

Són dues espècies de lepidòpters d'aspecte molt similar. Les ales anteriors tenen tons grisencs, que imiten l'escorça dels arbres o les fulles seques, i les ales posteriors són de color groc o taronja, combinat amb unes franges negres. Les erugues d'aquestes espècies presenten un polimorfisme marcat.

A principi de l'estiu i durant aquest període, el vol d'aquestes papallones és molt patent. De vegades es formen veritables núvols de papallones al medi forestal i fins i tot a les poblacions properes durant la nit, ja que se senten atretes per la llum.

També s'inclouen en aquest grup, però són menys importants, pels danys escassos que causen, les espècies següents:

- Lepidòpters com: *Malacosoma neustria*, *Euproctis chryorrhoea*, *Dryobota labecula*, *Dryobotodes eremita*, *Erannis defoliaria*, *Phalera bucephala*, *Archips xylosteanus* i *Aleimma loefingiana*.
- Coleòpters com: *Altica quercetorum*, *Attelabus*, *Rhynchites* i *Lachnaia*.
- Himenòpters com: *Periclista andrei*.



Figura 80. Diverses morfologies de les erugues de *Catocala* sp.



Figura 81. *Catocala nimphaea*.

Mesures de prevenció i lluita

- Col·locar caixes niu per afavorir ocells insectívors i ratpenats.
- Conservar cavitats als troncs per facilitar la instal·lació d'ocells insectívors i ratpenats.
- Augmentar l'heterogeneïtat de la massa, intercalant altres espècies arbòries entre els *Quercus*, per dificultar l'extensió de la plaga.
- Instal·lar trampes amb feromones específiques, coincidint amb l'època de vol dels adults de cada espècie.

- En general és recomanable deixar que les poblacions d'aquests insectes es controlin naturalment, ja que qualsevol tractament tindrà un perjudici sobre l'entomofauna auxiliar. Un dels depredadors que contribueixen a mantenir les poblacions d'aquests insectes és el coleòpter *Calosoma sycophanta*.



Figura 82. *Calosoma sycophanta*.

En cas de previsió de pèrdues per greus danys al suro o la gla, es podran realitzar tractaments fitosanitaris. Hi ha diversos productes autoritzats, entre els quals es prioritzarà la utilització dels biotecnològics abans que els químics amb inhibidors de síntesi de quitina o els insecticides de contacte.

Per al funcionament correcte dels tractaments és molt important conèixer el cicle de l'insecte en qüestió, ja que l'efectivitat del tractament depèn del moment en què es faci. S'actuarà sempre sobre les erugues i no sobre les papallones.

Perforadors

Són insectes que poden afectar diferents parts de l'arbre: el tronc (*Cerambyx cerdo*, *Platypus cylindrus* i *Xyleborus* sp.), les branques (*Coraebus florentinus*), el suro (*Crematogaster scutellaris*), les glans (*Curculiónidos*) o el càmbium (*Coraebus undatus*). En cap dels casos la vida de l'alzina surera no es veu compromesa, però les formigues i el corc del suro produeixen uns danys que repercuteixen directament en la producció i la qualitat del suro, i el fan inservible per a la indústria o en devaluen considerablement el preu.

Curculio elephas

És el curculiònid responsable de la majoria dels danys produïts per aquests coleòpters perforadors. La caiguda prematura de les glans i la presència d'orificis de sortida circulars a les glans caigudes són senyals dels seus atacs.



Figura 83. Glans afectades per *Curculio elephas*.

Mesures de prevenció i lluita

Llaurat superficial del sòl sota dels arbres (entre 15-20 cm) a l'hivern per interrompre el cycle vital de l'insecte.

Coraebus florentinus

És un coleòpter de mida petita (16-18 mm de llargada i 5 mm d'amplada), de color verd bronze metal·litzat, que presenta dues franges en ziga-zaga a la part distal dels èlitres. Les larves, d'uns 30 mm de llargada i de color groguenc, perforen unes galeries longitudinals i anulars que acaben anellant la branca i assecant-la. Les branques més afectades són les més exteriors i assolellades de poc diàmetre (3-5 cm). A mitjans de la primavera adquireixen un color bru groguenc i acaben assecant-se, fet que provoca l'aparició de les típiques banderoles que esquitxen la capçada dels arbres. La pèrdua de brancatge implica una disminució del volum de la capçada, per tant, es redueix el creixement vegetatiu de l'arbre i afecta directament la producció de glans, fusta i suro.



Figura 84. Capçada amb branques afectades.

Mesures de prevenció i lluita

- Mantenir en bon estat la sureda així com dur a terme adequadament la lleva, la poda i les aclarides de plançonada de millora.
- Eliminar les branques afectades abans de l'aparició dels imagos (juny). El punt de tallada de les branques es veu perquè just per sota del lloc de pupació s'aprecien rebrots tendres.



Figura 85. Branca afectada.



Figura 86. Adult de *Coraebus florentinus*.

Crematogaster scutellaris

És una formiga inconfusible, ja que presenta el cap vermellós i el tòrax i l'abdomen de color negre. Forma colònies que construeixen els nius tant en fusta viva com morta, així com en gairebé tot el gruix del suro de l'alzina surera, en què practiquen perforacions, galeries i cambres que perjudiquen l'explotació del suro.

Són, a més, molt molestes per als pedadors, atesa la seva agressivitat i les picades doloroses. Ataca també les piles de suro, fet que de vegades causa danys importants si hi són molt temps.



Figura 87. Danys ocasionats per *Crematogaster scutellaris* a la panna de suro.



Figura 88. Colònia de pugó amb formigues *Crematogaster scutellaris*.

Cerambyx cerdo

Coleòpter xilòfag de grans dimensions (35-62 mm de llarg), de color marró fosc, gairebé negre, vermellós a la part distal dels èlitres, on el cos s'estreny. Presenta unes antenes llargues, que en els mascles sobrepassen la llargada del cos. Les larves són cilíndriques, de color groguenc i amb una mida fins i tot més gran que l'insecte adult. Perforen



Figura 89. Secció del tronc on s'aprecien les galeries del cerambícid.

el tronc i hi construeixen grans galeries, cosa que compromet la capacitat estructural de l'arbre i arriba a ocasionar-ne la ruptura.

Acostumen a atacar arbres decrepits o decadents, però poden abusives i mal fetes afavoreixen que aquest cerambícid colonitzi arbres «sans».

El *C. cerdo* està inclòs en l'Annex IV de la Directiva 92/43/CEE del Consell, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i la flora silvestres, com a espècie d'interès comunitari que requereix protecció estricta. Per això, els tractaments fitosanitaris contra l'insecte no estan permesos amb caràcter general. Si puntualment els danys que ocasiona són importants, i es creu necessari realitzar un tractament fitosanitari, s'haurà de sol·licitar autorització al Servei de Fauna i Flora del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.



Figura 90. Adult de *Cerambyx Cerdo*.



Figura 91. Danys greus (orificis i galeries) de *Cerambyx* en un tronc d'alzina.

Platypus cylindrus

Coleòpter perforador de mida petita (5 mm de llargada) i color castany fosc



que ocasiona danys seriosos a les alzines sureres, a causa de la disminució de l'aportació de saba que provoquen els nombrosos orificis d'entrada i a l'acció patògena del fong que transporta i queda dipositat al llarg de les galeries que forma. La presència d'unes serradures fines als orificis d'entrada o fins i tot al peu de l'arbre en delata la presència.

En la majoria dels casos actua com a agent secundari, ja que afecta arbres debilitats anteriorment per altres causes; malgrat això, de vegades, forts atacs d'aquest coleòpter acaben provocant la mort de l'arbre.

Mesures de prevenció i lluita

- Mantenir el bon vigor dels arbres.
- Detectar els atacs com abans millor, prestant-hi especial atenció l'any de lleva i els immediatament posteriors.
- Eliminar els peus que en pateixin forts atacs, mitjançant tallada arran de terra i extraient la fusta del bosc.



Figura 92. Orificis d'entrada de *Platypus cylindrus*.

El cas del
Coraebus undatus

El cas del *Coraebus undatus*

Descripció

És un coleòpter de la família dels bu-prèstids que a Catalunya afecta únicament l'alzina surera. No presenta dimorfisme sexual, per tant, únicament se'n pot determinar el sexe realitzant la genitèlia als imagos. La seva relació de masculinitat és 1:2, és a dir, en les seves poblacions hi ha un mascle per cada dues femelles.



Figura 93. Larva de *Coraebus undatus*.



Figura 94. Adult de *Coraebus undatus*.

Els adults mesuren al voltant de 15 mm de llargada i 5 mm d'amplada, són allargats i de forma el·líptica; el cap i la part anterior dels èlitres són de color verd clar metàl·lic, i amb tons més

fosc i bandes blanques transversals en ziga-zaga a la meitat posterior dels èlitres. Les larves són àpodes, de color groguenc i poden arribar a mesurar 50 mm de llarg i 5 mm d'ample.

Biologia

Té un cicle bianual, és a dir, necessita dos anys per completar el seu desenvolupament. Entre els mesos de juny i setembre emergeixen els adults; aquests viuran unes tres setmanes, durant les quals es reproduiran i dipositaran els ous de forma aïllada a les clivelles de l'escorça del tronc, sota el coll de la lleva. La larva acabada de néixer penetra en l'arbre fins a instal·lar-se a la capa generatriu, de la qual s'alimentarà juntament amb la nova capa de suro, cosa que donarà lloc a unes galeries sinuoses que poden arribar a mesurar més d'1,5 m de longitud. Durant la primavera i l'estiu formen una cambra de pupació a l'interior de la panna de suro (figura 95).

A bosc, l'emergència dels mascles es produeix uns dies abans que la de les femelles (figures 96 i 98).

La dinàmica poblacional d'aquest insecte es caracteritza per alternar períodes de diversos anys de baixa incidència seguits d'altres, puntuals, en què té una explosió demogràfica (figura 99).

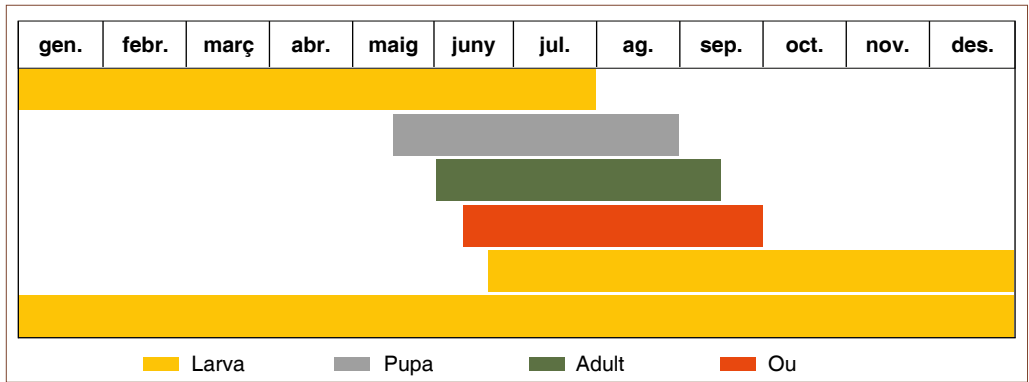


Figura 95. Cicle biològic de *Coraebus undatus*.

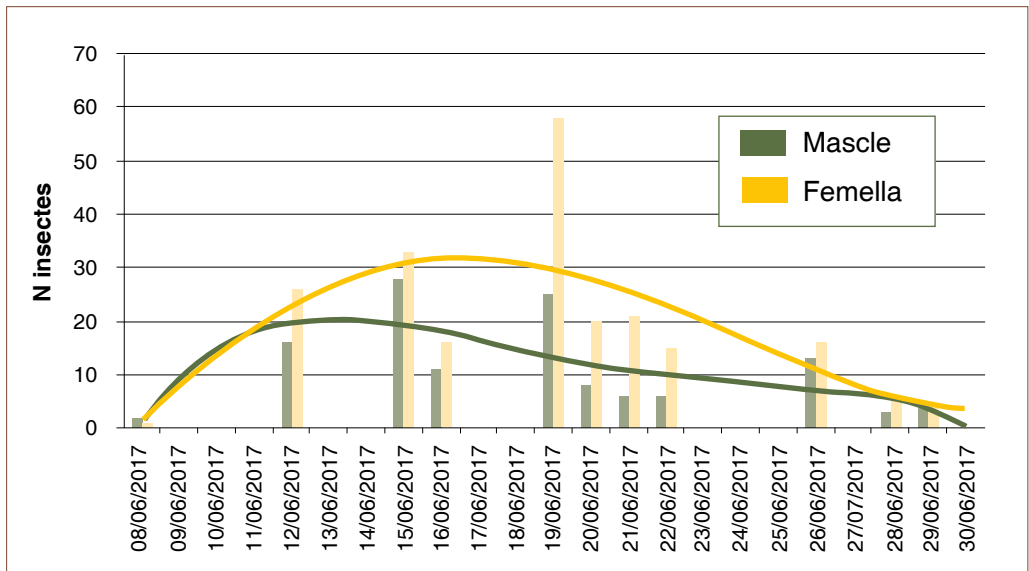


Figura 96. Corba d'emergència de *Coraebus undatus* mascles i femelles.



Figura 97. Adults de *Coraebus undatus* capturats a les trampes prisma.

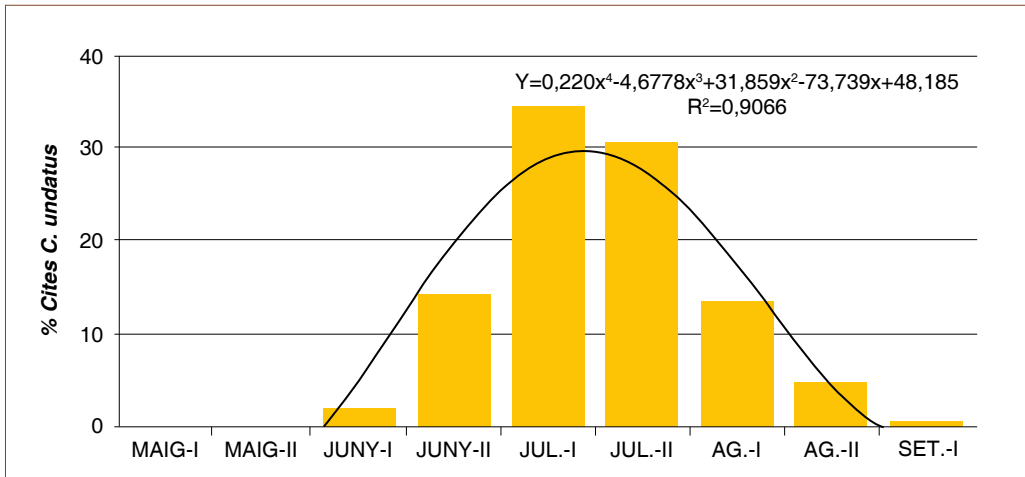


Figura 98. Corba de vol basada en la captura de 1.772 adults capturats entre els anys 2003 i 2018.

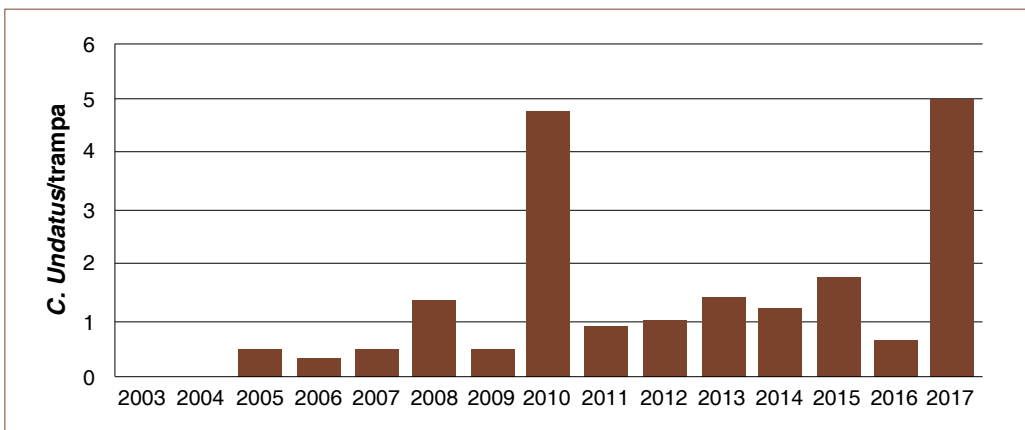


Figura 99. *Coraeus undatus* capturats en trapes durant tots els anys en què s'ha mostrejat a Catalunya.

Síntomes i danys

El símptoma més aparent són unes extravasacions de saba (en castellà s'anomenen *cagadas de milano*), molt visibles sobre l'escorça, sobretot de la zona pelada, que, en origen, són negres, posteriorment es tornen groguenques i, finalment, blanques. Aquestes es produeixen com a resultat de l'agressió que produeixen les larves de

C. undatus en realitzar les galeries i la seva infecció posterior.

El dany principal l'ocasionen les larves, ja que durant la seva alimentació originen unes galeries que devaluen la qualitat del suro, cosa que en redueix el valor comercial. Es poden distingir tres tipus de galeries:



Figura 100. Extravasacions recents.

- **Noves:** curtes (30-50 cm); estretes i amb colors clars, ja que els excrements són relativament recents. Són galeries que encara contenen les larves vives.



Figura 101. Galeria nova.

- **Velles:** llargues (>1,5 m), amples (6-8 mm) i amb un color molt fosc, que li confereix la degradació de les dejeccions. Són galeries originades pel desenvolupament de les larves nascudes entre 3 i 5 anys abans, en les quals ja no hi ha les larves.



Figura 102. Extravasacions antigues.



Figura 103. Galeria vella.

- **Blanques:** se'n desconeix l'edat, però poden tenir més de deu anys; són galeries que no presenten excrements al seu interior, però que es veuen molt bé, a causa dels recorreguts sinuosos que fan, i deixen una impressió tant sobre l'escorpit (de color fosc) com la panna de suro (de color blanc).



Figura 104. Galeria blanca.

A més, la presència d'aquestes galeries dificulta o, fins i tot, impossibilita la lleva, ja que provoca la formació de ferides i ruptures de la capa generatriu que impedeixen la nova formació de suro i deixen al descobert el xilema, cosa que afavoreix l'entrada i l'atac de perforadors com *Platypus cylindrus* i *Xyleborus* sp., o de fongs com *Diplodia corticola*.

Prevençió i lluita

Com a mesura preventiva, es recomana mantenir un bon estat de l'arbrat, així com dur a terme adequadament



Figura 105. Danys produïts per *Coraebus undatus* a la pana de suro.

els treballs de lleva, poda i les aclarides de selecció.

Malgrat que els treballs i estudis realitzats fins avui no assegurin que la utilització de trampes esquerades amb atraients disminueixin significativament les poblacions de corc del suro, es continuen fent estudis per millorar aquest sistema de parament de trampes i de possible control.

En l'actualitat es realitzen paraments massius, utilitzant trampes prisma de triangle de color lila, amb uns dispensadors carregats amb cinc compostos volàtils i cobertes de Tangle-Trap® (goma d'enganxar incolora i inodora de llarga durada).



Figura 107. Danys produïts en la lleva a causa de la presència de galeries.

Aquest tipus de trampa produeix dos efectes d'atracció sobre els adults de *C. undatus*, un a causa del color lila i l'altre a causa de la incorporació del dispensador amb atraients. La trampa



Figura 106. Trampa prisma amb dispensador.

té uns orificis laterals que faciliten la difusió de l'atraient; a més, està oberta per la part superior i inferior.

S'ha de destacar que el 100% dels *C. undatus* que es capturen amb aquest sistema són femelles, i és per això que la seva eficàcia sobre la disminució de les poblacions de corc del suro, i, per consegüent, la disminució també dels danys que produeix, és més gran.

El trampeig massiu consisteix a instal·lar vuit trampes per hectàrea i s'ha de realitzar entre els mesos de juny i setembre; en la mesura del que sigui possible, s'intentaran incloure les setmanes de màxima presència d'adults a

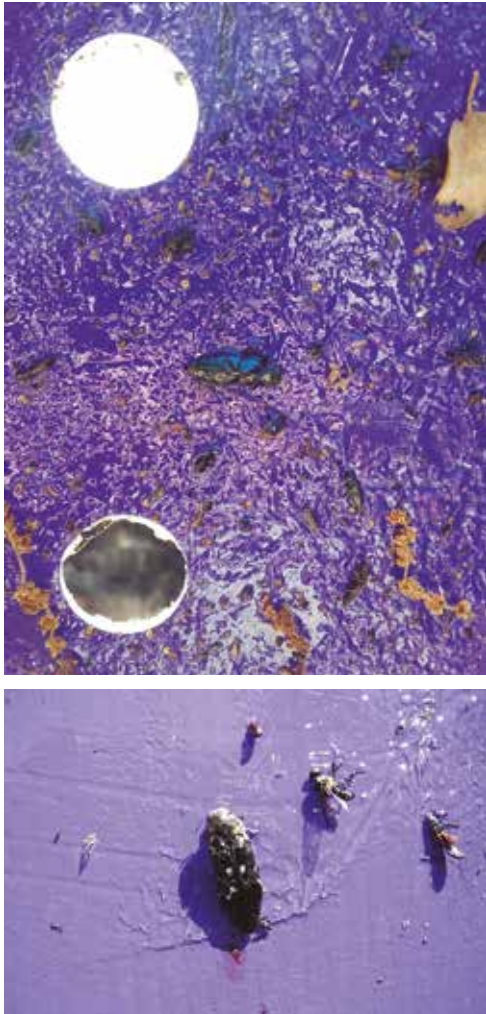


Figura 108. Adults de *Coraebus undatus* sobre una trampa prisma.

bosc. En el cas de Catalunya aquesta època comprèn des de la segona quinzena de juny fins a la primera d'agost.

Atès que un dels components d'atracció de la trampa és cromàtic, s'instal·laran les trampes a una altura d'uns 170 cm i es procedirà a desbrossar uns 25 m² al voltant de cada trampa per facilitar que els adults la detectin.



Figura 109. Ubicació de trampa prisma.

És recomanable revisar les trampes diverses vegades al llarg del període de parament, per netejar la seva superfície, ja que les fulles quan cauen cobreixen en la superfície, cosa que



Figura 110. Trampa amb una part de la superfície coberta de fulles.



Figura 111. Trampa després de ser revisada.

disminueix considerablement l'àrea de captura.

Al cap de 45 dies de la seva instal·lació, s'hauran de reposar els dispensadors d'atraients. Aquests es col·loquen



Figura 112. Detall de la col·locació del dispensador de la trampa.

a l'interior de la trampa, amb el costat que difon el producte encarat cap a dins.

Es desaconsella la utilització de tractaments fitosanitaris, ja que no resulten efectius per controlar aquesta plaga; les larves estan fora de l'abast d'aquests tractaments sota la panna de suro.

Els depredadors més importants del *C. undatus* són els ocells insectívors; el picot verd comú (*Picus viridis*) i el pica-soques blau (*Sitta europaea*) es

poden alimentar de les seves larves, però per accedir-hi perforen el suro i el deixen inservible. El capsigrany (*La-*



Figura 113. El pica-soques blau (*Sitta europaea*) és un ocell insectívor que pot alimentar-se de larves de corc del suro (Foto: Eudald Solà).

nus senator) i espècies del gènere *Parus* s'alimenten dels adults.



Figura 114. Galeria de *Coraebus undatus* a l'interior de l'orifici creat per un picot.



Figura 115. Danys sobre el suro produïts per un picot.





Bibliografía

Alford, D.V. 2000. *Pest and Disease Management Handbook*. Wiley-Blackwell. 624 pp.

Carrero, J.M. 1996. *Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales*. Mundi-Prensa. 256 pp.

Fürstenau, B.; Quero, C.; Riba, J.M.; Rosell, G.; Guerrero, A. *Field trapping of the flathead oak borer Coraebus undatus (Coleoptera: Buprestidae) with different traps and volatile lures*. Insect Science (2015) 22, 139-149.

Llácer, G.; López, M.M.; Trapero, A.; Bello, A. 1996. *Patología vegetal*. Ed. Mundi-Prensa. 1165 pp (2 vol.).

Muñoz, C.; Pérez, V.; Cobos, P.; Hernández, R.; Sánchez, G. (2003). *Sanidad forestal. Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los montes*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 575 pp.

Romanyk, N.; Cadahía, D. 2003. *Plagas de Insectos en las masas forestales españolas*. Societat Espanyola de Ciències Forestals. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 336 pp.

Soria, F.J.; Villagrán, M.; Del Río, R.; Ocete, M. E. *Estudios prospectivos de los principales perforadores del alcornoque en la Sierra Norte de Sevilla*. Bol. San. Veg. «Plagas», 20: 643-651, 1994.

Torrell, A.; Beltrán, M.; Porras, D.; Mundet, R. 2017. *Informe de Evaluación Técnica de las acciones de trampeo masivo de Coraebus undatus. Resultados intermedios*. Proyecto Life+Suber (LIFE13 ENV/ES/000255).

Torrell, A.; Beltrán, M.; Porras, D.; Mundet, R. 2018. *Informe final de Evaluación Técnica de las acciones de trampeo masivo de Coraebus undatus*. Proyecto Life+Suber (LIFE13 ENV/ES/000255).

Torres, J. 1998. *Patología Forestal*. Ed. Mundi-Prensa. 270 pp.

Van Halder, I. 2002. *Guía de Plagas-Enfermedades forestales del sur de Europa*. IEFC. Cestas. 164 pp.

Webgrafia

<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/guias-gestion-plagas>
- Guía de gestión integrada de plagas, *Quercus*. (2016) Madrid: Ministerio d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient.

<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp>- Registre de productes fitosanitaris. Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient.

<http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/medi-natural/gestio-forestal/sanitat-forestal/plagues-malures-forestals/fitxes-plagues-forestals-> Fitxes patologies. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb-> Fitxes patologies. Conselleria de Medi Ambient i Ordenació del Territori. Junta d'Andalusia.



Aquest manual s'ha realitzat en el marc del projecte Life+Suber, *Integrative management for an improved adaptation of cork oak forests to climate change*.
LIFE13 ENV/ES/000255. lifesuber.eu

SOCIS



CTFC




Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



 Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació**

 Centre de la Propietat
Forestal

COFINANCIADORS



**AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL**