

# Tractaments d'ajuda a la regeneració de la roureda cremada de la vall del Llobregós

## PABLO OLIVÁN FUMANAL

Pirinea Consultores Técnicos SL

## JUDIT LECINA DÍAZ

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Campus de Bella Terra de la Universitat Autònoma de Barcelona

## DOLORS ROSICH CARULLA

Centre Municipal de Cultura de Cervera i Institut La Segarra de Cervera

## NÚRIA BALCELLS MARCÉ

Centre Municipal de Cultura de Cervera i Consell Comarcal de la Segarra

## JOSEP M. SANTESMASSES PALOU

Associació Espai Llobregós

## ROSER SOLER MARIMON

Centre Municipal de Cultura de Cervera i Institut La Segarra de Cervera

## V. RAMON VALLEJO CALZADA

Centre Municipal de Cultura de Cervera i Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals de la Universitat de Barcelona

SIKARRA. REVISTA DEL CENTRE

D'ESTUDIS SEGARRENCS

1 / 2020, p. 65-75

**RESUM:** L'estiu de 2009 es va produir l'incendi de la Donzell d'Urgell que va cremar més de 5.000 ha, en gran part a la Segarra, que afectà la major part de l'Espai d'Interès Natural Vall del Riu Llobregós. Aquest estudi aborda la gestió de la roureda de roure de fulla petita (*Quercus faginea*) cremada, localitzada als vessants sud de l'EIN. Aquests roures, com moltes espècies mediterrànies, presenten adaptacions al foc, en aquest cas el rebrot de soca. Aquest mecanisme de regeneració dona lloc a una elevada densitat de tanys que competeixen entre si per les reserves de la soca i de les arrels, i pels recursos del sòl i de la llum. En conseqüència, l'estrat arbori es recupera lentament. En aquestes situacions es recomana aplicar una selecció de tanys amb poda per tal de reduir la densitat de rebrots i accelerar la recuperació de l'estructura del bosc. L'objectiu d'aquest treball és determinar els efectes del tractament de restauració de roures cremats de capçada a la vall del Llobregós. En un estudi inicial al febrer de 2012 (dos anys i mig després del foc) es van delimitar quatre parcel·les circulars de 314 m<sup>2</sup> cadascuna i es va aplicar la selecció de tanys més poda a la meitat, mentre que l'altra meitat es deixà com a control no tractat. Dos anys després (gener de 2014), la Diputació de Lleida va aplicar els mateixos tractaments a la zona est de la roureda, en una superfície més gran; vam aprofitar aquest projecte per marcar arbres tractats i no tractats propers per fer-hi el mateix seguiment. El seguiment realitzat entre febrer de 2012 i juny de 2018, segons la zona, mostra com els arbres tractats van créixer més en diàmetre i alçària, i van acumular més biomassa durant els dos primers períodes vegetatius, i com aquest increment es va estabilitzar després degut a la nova rebrotada dels arbres tractats. Es recomana repetir els tractaments de manera periòdica per tal de mantenir l'efecte positiu en el creixement dels roures. Els tractaments aplicats redueixen el risc d'incendi i milloren l'acumulació de carboni del bosc, i per tant, contribueixen a la mitigació del canvi climàtic. **Paraules clau:** incendi, roureda, rebrot, aclarida, poda

**SUMMARY:** The Donzell d'Urgell fire occurred in the summer 2009, affecting more than 5,000 ha, mostly in la Segarra county and a large part of the protected site Natural Interest Area "Vall del Riu Llobregós". This paper addresses the management of the burned Mediterranean deciduous oak (*Quercus faginea*) forest, located South of the protected area. Mediterranean oaks show fire adaptations, like many other Mediterranean species, e.g. the capacity of resprouting from the stump after fire in these species. Usually, several stems resprout out of the same stump giving way to inter-stem competition for the same belowground reserves, light and soil resources. As a consequence, trees recover slowly and the forest structure becomes a coppice. In these situations, the recommended forest management is stool cleaning, combined with pruning, in order to reduce stem density and enhance the structure of high forest. The objective of this paper is to determine the effects of the stool cleaning treatment after a crown fire in the oak forest. We conducted a preliminary study in February 2012, that is 2.5 years after the fire, in the western part of the forest, using four circular plots of 314 m<sup>2</sup> each, where we applied stool cleaning + pruning to one half of each plot, leaving the other half as control. Two years later, that is January 2014, Diputació de Lleida (provincial administration) applied the same treatments to a

larger area in the eastern part of the forest. In this case, we marked treated and untreated trees to monitor the effects of the treatment at a real management scale. Monitoring was carried out between February 2012 and June 2018, depending on the treatment application time. Treated trees showed higher growth rate in diameter and height and accumulated more biomass during the first two growing seasons. Later on, the growth rate was similar for treated and control trees probably due to the new resprouting produced in the treated trees. We recommend repeating these treatments periodically in order to keep growth rate increase. Applied treatments reduce fire risk and increase carbon accumulation in the forest, hence they contribute to climate change mitigation. **Keywords:** fire, Mediterranean oak, resprouting, stool cleaning, pruning

## INTRODUCCIÓ

Els incendis forestals han anat augmentant a la Mediterrània i a gran part del món durant les darreres dècades. Es produeixen a totes les regions on hi ha suficient combustible, és a dir, vegetació, i un clima amb períodes secs (Shlisky *et al.*, 2007). En el cas de la Mediterrània, els períodes secs són anuals, a l'estiu; en regions boreals, per exemple, es produeixen només alguns anys de tant en tant. Les projeccions de canvi climàtic indiquen un augment de la temperatura, de les onades de calor i de les sequeres, condicions que són favorables a un augment de la severitat dels incendis (Moreno *et al.*, 2014). L'augment de la penetració humana en àrees forestals també contribueix a l'increment d'ignicions, que s'afegeixen a les d'origen natural, com ara llamps i activitat volcànica.

El clima mediterrani es caracteritza per una marcada estacionalitat, amb estius càlids i secs. Aquestes dues característiques impliquen baixa humitat del sòl i baixa humitat relativa de l'aire i dels combustibles vegetals. Els ecosistemes mediterranis, per tant, són intrínsecament susceptibles de propagar els incendis. El foc s'ha de considerar com una pertorbació natural que ha condicionat l'evolució de les plantes en les regions de clima mediterrani i d'altres (Keeley *et al.*, 2011). Tanmateix, el gran augment d'incendis i de superfícies cremades que s'ha produït a tots els països de l'Europa mediterrània des del darrer terç del segle passat, més enllà del règim natural, constitueix una amenaça per als ecosistemes i per a la població. És per això que les inversions en prevenció i extinció d'incendis han anat augmentant contínuament, així com les de restauració dels boscos cremats, encara que aquestes molt menys.

Aquest estudi se centra en la restauració de la roureda afectada per l'incendi de la Donzell de l'estiu de 2009, dins l'Espai d'Interès Natural Vall del Riu Llobregós. Aquesta roureda de *Quercus faginea* (roure valencià o de fulla petita), que s'estén al vessant obac de la vall, va ser quasi tota afectada per l'incendi, que va ser de capçada (Oliván *et al.*, 2014).

Les espècies del gènere *Quercus* tenen una gran capacitat de rebrotada quan es cremen de capçada, també quan són tallats. És per això que les rouredes (i alzinars) acostumen a recuperar-se de manera espontània després del foc. Tanmateix, els roures rebroten de soca i/o d'arrel amb diversos brots (tanys), la qual cosa dona lloc inicialment a una estructura més arbustiva que d'arbre, que s'anomena de bosc menut. A més, els tanys d'una mateixa soca competeixen entre si per l'aigua i els nutrients absorbits pel sistema d'arrels comú, de

la qual cosa en resulta un creixement general pobre, més vulnerable a la sequera i, eventualment, a nous incendis. La tècnica que es recomana en aquestes situacions és la selecció de tanys (Gràcia i Ordóñez, 2017), que essencialment consisteix a eliminar l'excés de tanys d'una mateix soca poc després del foc per tal d'afavorir el creixement del tany o dels tanys conservats, generalment un o dos, i la producció d'agllans. Es tracta, en definitiva, d'accelerar la formació d'un bosc alt a partir d'un bosc menut. En el cas concret de la roureda de la vall del Llobregós, el fet que aquest bosc es trobi prop del seu límit sec de distribució, amb unes taxes de creixement més aviat minses, fa que la resposta dels arbres al foc i als tractaments silvícoles sigui particularment incerta.

Aquest estudi es va posar en marxa a partir de la iniciativa conjunta de l'Associació Espai Llobregós i del Centre Municipal de Cultura de Cervera, en col·laboració amb la Universitat de Barcelona i l'Institut La Segarra de Cervera, per tal d'analitzar els impactes ecològics de l'incendi de la Donzell a l'EIN Vall del Riu Llobregós (Lecina, 2011; Oliván, 2011; Solé, 2011; Solsona, 2013; Oliván *et al.*, 2014) i de cercar mesures de restauració del bosc cremat. Inicialment es va realitzar un estudi experimental de millora de la roureda (Oliván, 2012) que posteriorment va servir de base científica per dur a terme els mateixos tractaments a escala de gestió, en superfícies més grans, dins el projecte de la Diputació de Lleida (Serveis Tècnics del Consell Comarcal de la Noguera, 2011), al qual es van fer observacions i propostes de millora basades en l'estudi esmentat. Aquests treballs tècnics van anar acompanyats d'activitats de divulgació orientades a donar a conèixer l'impacte dels incendis i l'EIN Vall del Riu Llobregós. Es tracta, per tant, d'una experiència de col·laboració entre institucions de l'administració local i d'ensenyament secundari i universitari, amb el benentès que la gestió del territori ha de procurar mobilitzar al màxim els recursos humans i de coneixement disponibles.

En aquest context, l'objectiu específic d'aquest treball és avaluar els resultats de la selecció de tanys i poda de rebrots de roure en termes de creixement en alçària i diàmetre, així com en acumulació de biomassa a la vall del Llobregós.

## MATERIAL I MÈTODES

L'àrea d'estudi es localitza a l'Espai d'Interès Natural Vall del Riu Llobregós, dins la Segarra. Aquest espai, que inclou el tram mitjà del riu, té una extensió de 1.190 ha, dividides entre els municipis de Sanaüja (973 ha), Biosca (165 ha) i Massoteres (52 ha). L'EIN forma part de la Xarxa Natura 2000, espai Valls del Sió – Llobregós, que és també lloc d'interès comunitari (LIC) i zona d'especial protecció per a les aus (ZEPA).

El riu Llobregós forma part de la conca de l'Ebre. A la zona d'estudi, hi afloren conglomerats, gresos, calcàries, lutites carbonatades (margues) i els guixos de l'anticlinal Sanaüja-Ponts (Formació Barbastre) de l'eocè (Riba *et al.*, 2006), que donen la singularitat a l'EIN. La nostra zona d'estudi és el vessant obac de l'EIN Llobregós, al sud del riu, on alternen gresos i margues. Els sòls, poc profunds, carbonatats i, per tant, lleugerament bàsics, provenen fonamentalment de l'alteració/meteorització de margues i gres.

El clima és mediterrani continental, amb un fort contrast entre hivern (temperatura mitjana d'entre 3 i 4 °C) i estiu (temperatura mitjana d'entre 23 i 24 °C). La precipitació

mitjana anual es troba al voltant dels 500 mm. El vent hi predomina durant tot l'any i són habituals les boires, especialment al desembre i gener (segons el Servei Meteorològic de Catalunya).

La roureda de fulla petita estudiada s'estén al llarg dels vessants sud de l'EIN. Es tracta d'una comunitat calcícola de tendència continental que suporta bé els freds hivernals i els estius secs, encara que en aquest territori acostuma a ocupar els vessants obacs (Folch, 1981). El domini potencial de la roureda de fulla petita es distribueix entre els 600 i els 1.000 m d'altitud, encara que se'n poden trobar entre 200 i 1.900 m (Sanz i Sobrino, 2000). A la zona estudiada, la roureda se situa prop del seu límit sec de distribució i, per tant, és sensible a les sequeres dels darrers anys, que han ocasionat el decaïment d'aquesta espècie a la Segarra (Rosich i Vallejo, 2006). La roureda havia estat explotada per llenya i tenia una estructura de bosc menut, amb diversos peus per a cada soca en la majoria dels arbres.

### **L'incendi de l'estiu de 2009**

L'incendi de 2009 es va iniciar el 17 de juliol a la Donzell d'Urgell (terme municipal d'Agramunt, Urgell) i es va donar per extingit el 19 de juliol. Va afectar un total de 5.000 ha i va causar una víctima mortal. La causa va ser la caiguda d'una torre elèctrica, segons els Bombers de la Generalitat i el conseller de Medi Ambient i Habitatge (Oliván, 2011). Aproximadament, es va cremar el 60 % de l'EIN.

El model de combustible predominant a la roureda era el 8, segons la classificació de Rothermel (1972) i Anderson (1982). Va ser un incendi de capçades que va cremar homogèniament, de manera que no es va produir rebrot de capçada. La mortalitat va ser d'un 25 % dels peus (Lecina, 2011).

### **Mostreig**

Per determinar els efectes del tractament experimental d'aclarida aplicat a la roureda es va fer el disseny experimental i de mostreig següent:

- D'una banda, es va dur a terme un estudi experimental. Es van delimitar quatre parcel·les de 10 m de radi al voltant d'un arbre central que es va georeferenciar i marcar amb cinta d'abaliment. Aquestes parcel·les es van numerar de l'1 al 4 i es troben a la zona oest de la roureda. En cada parcel·la es van identificar i etiquetar tots els individus de roure cremats.

La part de les parcel·les situada a l'oest de l'arbre central es va deixar com a control («zona control»), sense fer-hi cap tractament, i es van tractar («aclarida i poda») tots els individus situats a l'est («zona tractada»). El tractament es va dur a terme el desembre de 2011.

Es van realitzar tres mostrejors en els quals es va mesurar el diàmetre a la base i a l'alçària dels tanys objecte d'estudi: al desembre de 2011 (previ al tractament), al juliol de 2012 i al febrer de 2016 (posteriors al tractament).

- D'altra banda, es va treballar en una zona ubicada a l'est de la roureda, on el tractament va ser aplicat per la Diputació de Lleida.

En aquest cas, es van identificar i etiquetar arbres a la zona límit del tractament, la meitat dels quals eren exemplars tractats («zona tractada») i l'altra meitat eren no tractats («zona control»).

El tractament es va dur a terme al gener de 2014. Es van realitzar tres mostrejos, tots tres posteriors al tractament: febrer de 2014, març de 2016 i juny de 2018.

La ubicació de les zones d'estudi es va decidir al camp, seguint criteris d'accessibilitat i de proximitat als límits de l'incendi i buscant la major representativitat de l'ecosistema.

### Tractament d'aclarida i poda

L'aclarida i poda dels individus de *Quercus faginea* tractats va seguir els criteris següents:

- El nombre mitjà de rebrots de soca per hectàrea va ser de 5.797 (Oliván, 2012). Es va deixar sense extreure un tany rebrotat per individu cremat, el de major mida en diàmetre i alçària. Els rebrots extrets es van dipositar al sòl de la parcel·la.
- Una vegada deixat en peu un rebrot per individu tractat se'n va dur a terme la poda, procurant deixar sense branques i fulles entre 1/3 i 2/3 del tany, de manera que se'n separava la capçada del sòl. Les restes de la poda van ser dipositades al sòl de la mateixa parcel·la.



Aspecte de la zona de les parcel·les tractada al juliol de 2012

Font: pròpia



### Càlculs

Totes les dades de diàmetre i alçària obtingudes s'han agrupat per parcel·la en un full de càlcul Microsoft Office Excel. Per a cada variable a representar gràficament, se'n va calcular la mitjana i la desviació estàndard, distingint-ne les condicions següents:

- Zona de la roureda estudiada: parcel·les ubicades a l'est de la roureda (quatre parcel·les), zona tractada per la Diputació de Lleida a l'oest de la roureda.
- Zona de la parcel·la / àrea d'estudi: control/tractada.
- Període de mostreig:
  - Desembre de 2011 (previ al tractament), juliol de 2012 i febrer de 2016 (posteriors al tractament), en el cas de les parcel·les.
  - Febrer de 2014, març de 2016 i juny de 2018 (totes posteriors al tractament), en el cas de la superfície tractada per la Diputació de Lleida.

Per calcular la biomassa aèria de cadascun dels arbres, es va aplicar la relació allomètrica del *Quercus faginea* per a Catalunya:

$$BAT = 0,1257 * (dbh)^{2,2404}, \text{ en què BAT = biomassa aèria total (en Kg) i dbh = diàmetre (en cm)}$$

Posteriorment, es va sumar la biomassa aèria total de tots els arbres de cada parcel·la i es va dividir per la superfície de mostreig, de manera que se n'obtingué el valor de biomassa en kg/ha. Es van calcular els valors mitjans i la desviació estàndard per a cada tipus de parcel·la (tractada i control). Només es va calcular la biomassa per a les parcel·les ubicades a l'est de la roureda (quatre parcel·les), ja que és la zona que disposava de dades per unitat de superfície.

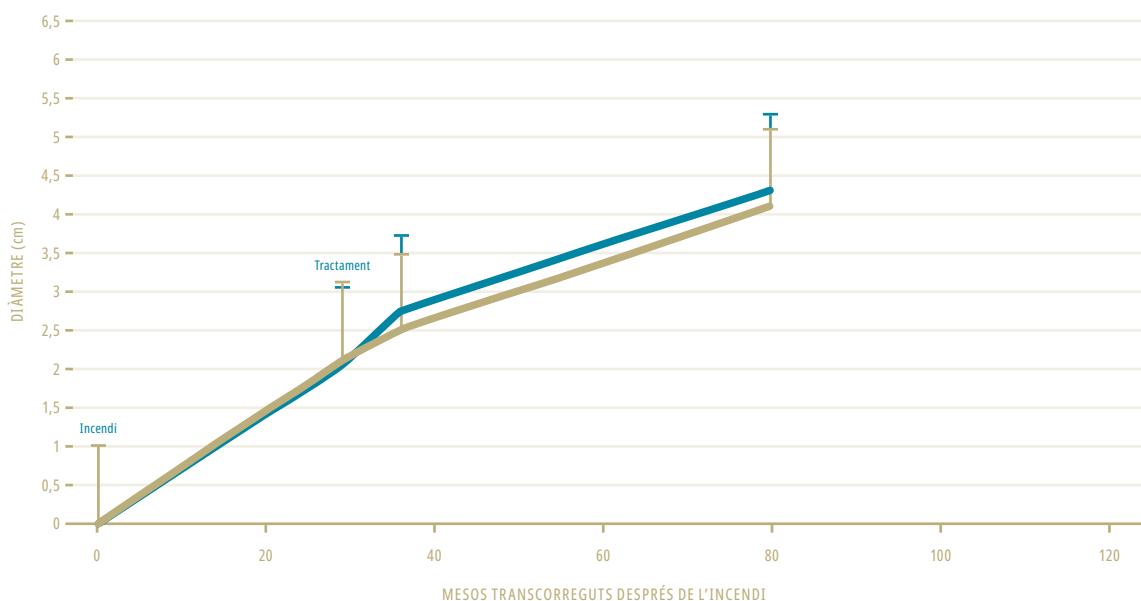
## RESULTATS

### Creixement en diàmetre i alçària

Pel que es refereix al creixement dels tanys en les quatre parcel·les de la zona oest (estudi experimental), a l'estiu de 2012 ja és va apreciar com aquest tractament havia afavorit el creixement en diàmetre i alçària dels tanys seleccionats, per comparació amb roures no tractats. En els quatre anys de seguiment, els roures tractats han crescut un 4,5 % més en diàmetre i un 8,6 % més en alçària (figures 1 i 2). Aquests increments es van produir el primer any després del tractament, i les diferències amb el control es van mantenir durant el període de seguiment, uns tres anys i mig.

**Figura 1**  
Evolució del diàmetre dels tanys a les quatre parcel·les de la zona oest (estudi experimental). Mitjanes i desviació estàndard

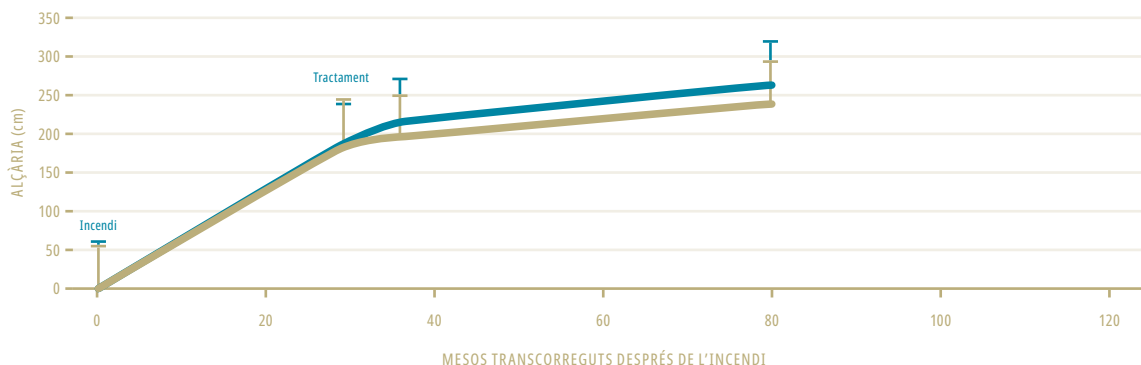
■ Parcel·les - Tractat  
■ Parcel·les - Control



A la zona est, on es realitzà el tractament per part de la Diputació de Lleida (figures 3 i 4), s'hi pot veure un efecte similar del tractament, que en aquest cas suposa un augment del 9,5 % en diàmetre i un 5,6 % en alçària durant els quatre anys de seguiment. En aquest cas, l'efecte del tractament només es va observar a partir del segon any.

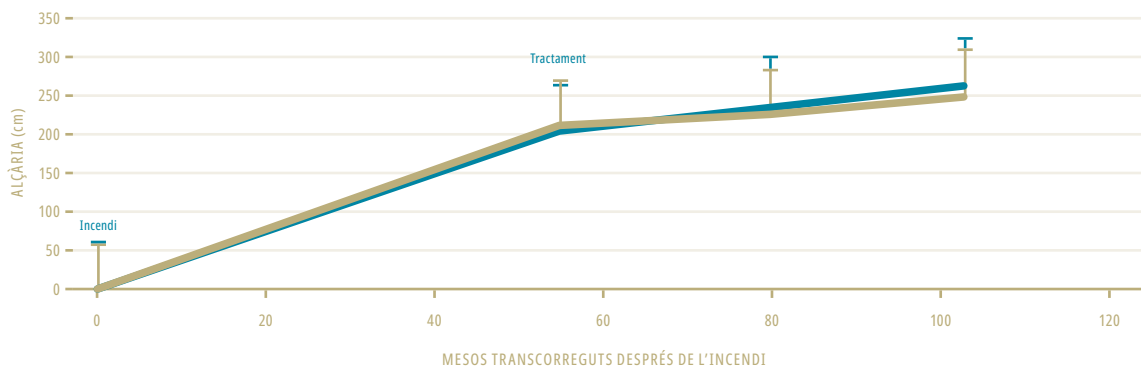
**Figura 2**  
Evolució de l'alçària dels tanys a les quatre parcel·les de la zona oest (estudi experimental). Mitjanes i desviació estàndard

■ Parcel·les - Tractat  
■ Parcel·les - Control



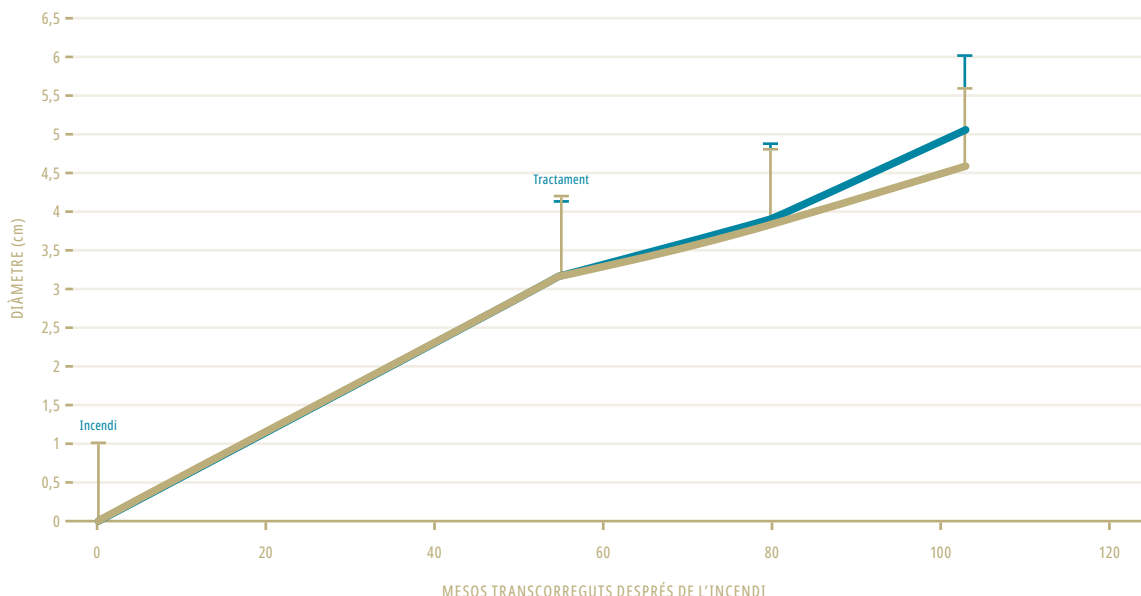
**Figura 3**  
Evolució del diàmetre dels tanys a les quatre parcel·les de la zona est (Diputació de Lleida). Mitjanes i desviació estàndard

■ DPL - Tractat  
■ DPL - Control



**Figura 4**  
Evolució de l'alçària dels tanys a les quatre parcel·les de la zona est (Diputació de Lleida). Mitjanes i desviació estàndard

■ Tractat  
■ Control



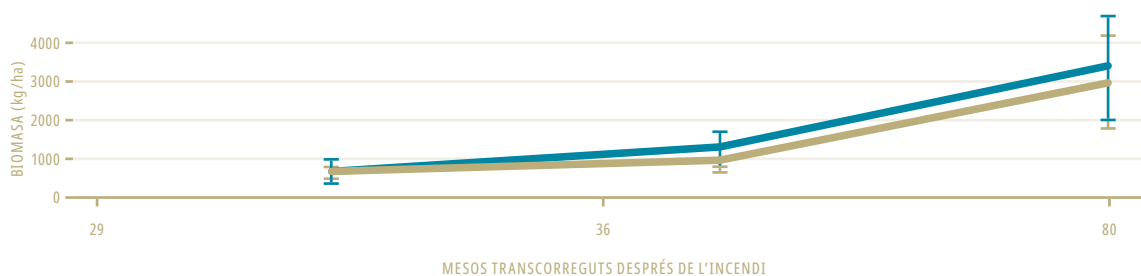
**Biomassa**

Les zones tractades tenen més biomassa que les de control. En el moment d'aplicar el tractament de selecció de tanys i poda (29 mesos després del foc), els valors de biomassa són similars en ambdues zones (tractada i control), però en els mostrejos posteriors la biomassa és major en les parcel·les tractades que en les de control (figura 5).

**Figura 5**  
Biomassa (en kg/ha) dels roures respecte del temps després del foc (en mesos) segons el tractament (tractat / no tractat)

El mes 29 correspon a les dades just abans del tractament. Zona oest, estudi experimental. Mitjanes i desviació estàndard.

■ Tractat  
■ Control



Pel que es refereix a la biomassa total dels rebrots extrets de les parcel·les de l'estudi experimental (zona oest), la mitjana va ser de 77,9 g pes sec / m<sup>2</sup>, amb diferències entre parcel·les (33,32 g pes sec extret / m<sup>2</sup> la menor i 101,16 g la major). Aquestes diferències es van reflectir en el creixement al cap d'un any, amb més acumulació de biomassa a aquelles en què la intensitat d'extracció va ser més gran: 4,78 g pes sec produït / m<sup>2</sup> la menor i 16,06 g pes sec produït / m<sup>2</sup> la major (Oliván, 2012).

Els increments en diàmetre, alçària i biomassa dels arbres són estadísticament significatius respecte al temps de mesura, però no entre els tractaments, segurament per l'alta variabilitat entre els arbres.

## DISCUSSIÓ

En general, la capacitat de rebrot de les rouredes es redueix amb la intensitat i recurrència del foc (Delarze *et al.*, 1992). La roureda estudiada presentava un creixement pobre, degut, probablement, a les condicions climàtiques, relativament seques per a l'espècie; l'explotació prèvia per aconseguir-ne llenya, i el sòl pedregós i poc productiu. Tanmateix, la pedregositat no ha estat un factor significatiu sobre la mida dels rebrots (Oliván, 2012).

L'aplicació de la selecció de tanys pocs anys després del foc és una recomanació generalment acceptada per estimular el creixement del bosc (Espelta *et al.*, 2007).

El tractament va produir un major creixement inicial dels tanys que el control. L'efecte sobre el diàmetre es pot mantenir fins a uns setze anys (Palacios *et al.*, 2009). L'efecte sobre el creixement en alçària pel gènere *Quercus* s'ha observat que depèn de la intensitat del tractament (López *et al.*, 2002). Encara que els efectes generals del tractament han estat similars a la zona oest i a la zona est, el temps de resposta ha estat diferent, el primer any a l'est (estudi experimental) i el segon any a l'oest (Diputació de Lleida). Les condicions meteorològiques del primer any després del tractament poden ser un factor que expliqui aquestes diferències. Tanmateix, les dades pluviomètriques dels anys posteriors als tractaments (2012 i 2014, dades de l'estació meteorològica de Cervera) més aviat indiquen el contrari: el 2014 va ploure gairebé el doble que el 2012. L'explicació més plausible seria que el tractament de 2014 va extreure més biomassa en ser aplicat dos anys més tard, amb un exhauriment de les reserves dels arbres més gran i, per tant, menys capacitat de resposta.

L'estancament en l'increment de creixement s'atribueix a l'aparició de nous rebrots que augmenten de nou la competència per als tanys seleccionats. Per aquest motiu, la selecció de tanys s'acostuma a repetir periòdicament.



Els arbres tractats presenten major diàmetre i alçària i, per tant, creixen millor i acumulen més biomassa que els arbres no tractats. Això és degut al fet que, tal com succeeix per a les altres variables, els arbres tractats només destinen els recursos (nutrients, aigua, llum) al desenvolupament del rebrot no extret. Per contra, els arbres no tractats tenen diversos rebrots i destinen els recursos a tots els rebrots, de la qual cosa en resulta un menor desenvolupament del rebrot central i, com a conseqüència, menor biomassa acumulada.

En general, els boscos de roure de fulla petita de la Segarra creixen a un ritme de 760 kg biomassa / ha / any (Gracia *et al.*, 2004). El creixement dels arbres de la zona d'estudi, 44 mesos després del foc, és similar, i és major a la zona tractada (813 i 908 kg/ha/any a les zones de control i tractada, respectivament).

La major producció de biomassa a les parcelles on el tractament va ser més intens es relaciona amb l'efecte combinat de canvis hormonals, d'humitat al sòl i d'insolació (Espelta *et al.*, 2007).

A més, aquests resultats tenen implicacions importants des del punt de vista de la gestió postincendi i el canvi climàtic. Els arbres tractats acumulen més biomassa i, per tant, també estan emmagatzemant més carboni de l'atmosfera.

D'altra banda, les zones tractades tindran una estructura forestal menys favorable a la propagació del foc (menys continuïtat vertical i horitzontal) que les zones de control, la qual cosa disminuirà la probabilitat d'incendis d'alta severitat i les consegüents emissions de carboni a l'atmosfera que hi estan associades.

## CONCLUSIONS

- Els individus tractats presenten més creixement en diàmetre i alçària que els de control. Aquestes diferències es produeixen durant els dos primers anys i després es mantenen constants. Es recomanaria, per tant, repetir els tractaments periòdicament.
- El tractament ha fet augmentar la producció de biomassa dels arbres. La biomassa produïda està relacionada amb la intensitat del tractament (biomassa extreta): com més biomassa extreta per la selecció de tanys i per poda, més biomassa acumulada després del tractament.
- Els tractaments aplicats redueixen el risc d'incendi i milloren l'acumulació de carboni del bosc, i, per tant, contribueixen a la mitigació del canvi climàtic.

---

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, H. E. (1982) «Aids to determining fuel models for estimating fire behavior». *USDA Forest Service, General Technical Report, INT 122*, 22 p.
- DELARZE, R.; CALDERARI, D.; Hanard, P. (1992). «Effects of fire on forest dynamics in southern Switzerland». *Journal of Vegetation Science*, núm. 3, p. 55-60.

- ESPELTA, J. M.; BONFIL, C.; RETANA, J. (2007). «Respuesta a la reiteración de perturbaciones del monte bajo de encina y roble y posibles tratamientos de mejora. Actas de las reuniones sobre la silvicultura y la gestión de ordenación de masas de monte bajo y planificación forestal en la Red Natura 2000». *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 21, p. 37-42.
- FOLCH, R. (1981). *La vegetació dels Països Catalans*. Barcelona: Ketres Editora i Institució Catalana d'Història Natural.
- GRACIA, C.; IBÁÑEZ, J. J.; BURRIEL, J. A.; MATA, T.; VAYREDA J. (2004). *Inventari ecològic i forestal de Catalunya*. Bellaterra: CREA.
- GRÀCIA, M.; ORDÓÑEZ, J. L. (coord.) (2017). *Els alzinars. Manuals de gestió d'hàbitats*. Barcelona: Diputació de Barcelona i Obra Social «la Caixa».
- KEELEY, J. E.; BOND, W. J.; BRADSTOCK, R. A.; PAUSAS, J. G.; RUNDEL, P. W. (2011). *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LECINA, J. (2011). *Regeneració de la roureda afectada per l'incendi de l'estiu de 2009 a la vall del Llobregós*, projecte de final de carrera de Ciències Ambientals. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- LÓPEZ, F. R.; DE LAS HERAS, J.; GONZÁLEZ, A. I.; GARCÍA, F. A.; MOYA, D. (2002). «Los claros tempranos realizados en masas procedentes de la regeneración natural post-incendio mejoran el crecimiento como una consecuencia de una mayor disponibilidad de nitrógeno». Albacete: Universidad de Castilla-La Mancha.
- MORENO, J. M. (ed.); ARIANOUTSOU, M.; GONZÁLEZ-CABÁN, A.; MOUILLOT, F.; OECHEL, W. C.; SPANO, S.; THONICKE, K.; VALLEJO, V. R.; VÉLEZ, R. (2014). *Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world. FUME. Lessons learned and outlook*. Toledo: UCLM.
- OLIVÁN, P. (2011). *Regeneración de las comunidades gipsícolas del Espacio de Interés Natural Vall del Riu Llobregós tras el incendio del verano del 2009*, projecte de final de carrera de Ciències Ambientals. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- (2012). *Restauración de robledales quemados*, treball de final de màster. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- OLIVÁN, P.; LECINA, J.; SOLSONA, S.; SOLÉ, N.; BALCELLS, N.; BALCELLS, R.; GÓMEZ-BOLEA, A.; NINOT, J.; ROSICH, D.; SABATÉ, S.; SANTSMASSES, J. M.; SOLER, R.; VALLEJO, R. (2014). *Després de l'incendi. Regeneració de les comunitats vegetals de la vall del riu Llobregós després de l'incendi de l'estiu de 2009*. Cervera: Centre Municipal de Cultura i Associació Espai Llobregós.
- PALACIOS, R.; SERRADA, R.; BRAVO, A. (2009). *Crecimiento diametral del quejigo ('Quercus faginea Lam.') en monte bajo y respuesta a resalvos de conversión*. Madrid: Grupo de Investigación en Ecología y Gestión Forestal Sostenible.
- REY, J. M.; ESPIGARES, T.; NICOLAU, J. M. (2003). *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.
- RIBA, F.; ROSICH, D.; VALLEJO, V. R. (ed.) (2006). *Història natural de la Segarra*. Cervera: Centre Municipal de Cultura i Consell Comarcal de la Segarra.
- ROSICH, D.; VALLEJO, R. (2006). «El carrascar: dinàmica i funcionament». A: RIBA *et al.* (2006: 253-270).
- ROTHERMEL, R. C. (1972). «A mathematical model for predicting fire spread in wildlands fuels». *USDA Forest Service, Research Paper, INT-115*, 40 p.
- SANZ, R.; SOBRINO, E. (2000). «Nuevos datos altitudinalides sobre *Quercus faginea* Lam. subsp. *faginea* en el sur de Cataluña». *Lagascalia*, núm. 21 (2), p. 289-294.
- SERRADA, R. (2008). *Apuntes de silvicultura*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la EUIT.
- SERVEIS TÈCNICS DEL CONSELL COMARCAL DE LA NOGUERA (2011). *Millora en l'espai natural de les valls del Sió – Llobregós afectat per l'incendi de l'estiu de 2009*. Balaguer: Consell Comarcal de la Noguera.
- SHLISKY, A.; WAUGH, J.; GONZÁLEZ, P.; GONZÁLEZ, M.; MANTA, M.; SANTOSO, H.; ALVARADO, E.; AINUDDIN NURUDDIN, A.; RODRÍGUEZ-TREJO, D. A.; SWATY, R.; SCHMIDT, D.; KAUFMANN, M.; MYERS, R.; ALENCAR, A.; KEARNS, F.; JOHNSON, D.; SMITH, J.; ZOLLNER, D.; FULKS, W. (2007). «Fire, Ecosystems and People: Threats and Strategies for Global Biodiversity Conservation». A: *GFI Technical Report 2007-2*. Arlington: The Nature Conservancy, p. 1-4.
- SOLÉ, N. (2011). *Estudi de l'evolució de les comunitats arbòries de l'EIN del Llobregós després d'un incendi*, treball de recerca. Cervera: Institut La Segarra.

- SOLSONA, S. (2013). *Estudi de la resistència dels líquens terrícoles de l'espai Llobregós després d'un incendi*, treball de recerca. Cervera: Institut La Segarra.
- TERRADAS, J. (1996). *Ecologia del foc*. Barcelona: Proa.
- VALLEJO, R. (1996). *La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana*. València: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM).
- (2006). «Els sòls». A: RIBA *et al.* (2006: 109-124).