

Impacte dels incendis i els tractaments silvícoles postincendi a les pinedes de *Pinus halepensis* del Parc del Foix

Maria Ferrerons,¹ Santiago Sabaté,^{1,2}

Teresa Sauras¹ i Ramon Vallejo^{1,3}

¹Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona

Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona

²Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)

³Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani, (CEAM)

Resum

L'objectiu d'aquest estudi és fer un seguiment de l'impacte dels incendis i els tractaments silvícoles postincendi a les pinedes de *Pinus halepensis* de regeneració natural del Parc del Foix. Després del foc, el bosc de *P. halepensis* presenta una estructura amb densitats de més de 22.000 ind ha⁻¹ i total continuïtat de combustible, tant horitzontal com vertical. Aquesta situació implica un elevat risc d'incendi, fet pel qual ha estat necessari dur a terme un tractament d'aclarida. Aquest ha millorat l'estructura del bosc disminuint-ne la densitat i diferenciant el sotabosc i les capçades, però a curt termini l'ha portat a una situació d'elevat risc d'incendi. Això és a causa de l'augment de necromassa provocat per les restes de tala i a la major abundància d'*Ulex parviflorus*. Per aquest motiu, seria recomanable triturar les restes de l'aclarida o, si més no, retirar-les i fer un tractament d'aclarida d'*U. parviflorus*.

Paraules clau

aclarida, estassada, risc d'incendi, models de combustible

Resumen

Impacto de los incendios y los tratamientos silvícolas postincendio en pinares de *Pinus halepensis* en el Parc del Foix

El objetivo del presente estudio es hacer un seguimiento del impacto de los incendios y los tratamientos silvícolas postincendio en los pinares de *Pinus halepensis* en el Parc del Foix. Después del fuego, el bosque de *P. halepensis* presenta una estructura con densidades de más de 22.000 ind ha⁻¹ y total continuidad de combustible, tanto horizontal como vertical. Esta situación implica un elevado riesgo de incendio, por lo que ha sido necesario hacer un tratamiento de clareo. Éste ha mejorado la estructura del bosque disminuyendo la densidad y diferenciando el sotobosque y las copas, pero a corto plazo lo ha llevado a una situación de riesgo de incendio elevado. Eso se debe al aumento de necromasa provocado por los restos del clareo y a la mayor abundancia de *Ulex parviflorus*. Por este motivo sería recomendable triturar los restos del claro, o cuando menos retirarlos y hacer un tratamiento de clareo de *U. parviflorus*.

Palabras clave

clareo, desbroce, riesgo de incendio, modelos de combustible

Abstract

Impact of forest fires and post-fire woodland treatment in *Pinus halepensis* groves in Foix Park

The purpose of this study is to monitor the impact of forest fires and post-fire woodland treatment in *Pinus halepensis* groves in Foix Park. Following the fire, the structure of the Aleppo Pine forest showed densities of more than 22,000 ind. ha⁻¹ and unbroken continuity of both horizontal and vertical combustible material. This situation represented a high risk of a forest fire breaking out and consequently tree clearing was required. This improved the structure of the forest by reducing tree density and distinguishing between the undergrowth and the tree crowns. In the short term, however, the risk of a fire was raised due to the increase in the necromass, consisting of the cleared remains and the greater abundance of *Ulex parviflorus*. It would therefore be advisable to shred the remains from the clearing process or at least remove them and to clear the *U. parviflorus*.

Key words

Thinning, clearing, forest fire risk, models of combustible material

Introducció

Durant la història recent, el conjunt de la conca mediterrània ha patit una sèrie de canvis en els usos del sòl i en les activitats humanes. Al nostre territori, l'abandonament del món rural als anys 60 i la política espanyola d'intensa repoblació forestal han portat a una homogeneïtzació del paisatge. Les terres que s'havien destinat al cultiu tenen una abundància relativa d'espècies rebrotadores menor de la que caldria esperar, de manera que la composició actual d'aquestes zones forestals noves es caracteritza per densitats altes d'espècies com ara el *Pinus halepensis*, una germinadora amb una elevada capacitat de regeneració. Alhora, aquesta situació ha afavorit un increment en la freqüència i extensió d'una pertorbació típica als ecosistemes mediterranis: els incendis forestals, i aquests, juntament amb els tractaments silvícoles orientats a la seva prevenció, poden causar impactes en la composició i estructura de la vegetació, en la seva productivitat, i en les propietats del sòl i de la virosta.

Davant d'aquesta situació es fa palesa la necessitat d'investigar els efectes dels incendis i la regeneració de les comunitats més afectades, però també cal estudiar els efectes dels tractaments silvícoles per tal de millorar la nostra capacitat de gestió de les zones cremades. En aquest context, la Diputació de Barcelona, va impulsar la realització d'aquest estudi per tal de poder avaluar els efectes dels incendis i els resultats de les pràctiques silvícoles.

Així doncs, l'objectiu d'aquest treball és avaluar, d'una banda, els efectes d'un incendi produït al Parc del Foix l'any 1994 i, de l'altra, els efectes d'un tractament d'aclarida i estassada dut a terme l'hivern de 2006 en una zona inclosa dins aquesta àrea cremada fa 14 anys. Es farà referència al tractament de disminució de densitat dels pins amb el terme «aclarida» i al tractament del sotabosc amb el terme «estassada». L'estudi s'ha dividit en tres línies d'anàlisi: estructura de la pineda, regeneració del sotabosc i acumulació de necromassa a la superfície del sòl. Finalment, amb els resultats de les tres línies s'ha definit el model de combustible.

Disseny experimental

Les parcel·les van ser seleccionades a la zona estassada durant l'hivern de 2006 i el mostreig

s'ha dut a terme a finals de 2007, uns 20 mesos després de la realització del tractament.

El disseny experimental és un disseny de dos factors, foc i estassada, en què el factor estassada nia al factor foc, amb tres parcel·les (rèpliques) per tractament. La nomenclatura utilitzada per a les diferents zones ha estat la següent:

- I79: pineda afectada només per l'incendi de 1979, la qual no ha rebut cap tractament silvícola i que ha estat utilitzada com a control per avaluar l'efecte del foc.

- I94NE: pineda afectada per l'incendi de 1994 per última vegada, afectada també per l'incendi del 79, en la qual no s'ha aplicat cap tractament. S'ha avaluat l'efecte del foc comparant I79 amb I94NE.

- I94E: pineda afectada per l'incendi de 1994 per última vegada, afectada també per l'incendi del 79, en la qual es va aplicar el tractament silvícola. Per tant, l'avaluació dels efectes de l'aclarida es fa mitjançant la comparació de I94E amb I94NE, i és aquesta darrera la zona control per a aquest factor.

La majoria de les anàlisis estadístiques s'han dut a terme mitjançant el paquet estadístic Statgraphics Plus 5.1, llevat del cas dels descriptors de les comunitats de sotabosc, que s'han calculat amb un dels *applets* que inclou el llibre *Ecología con números* (Piñol i Martínez-Vilalta, 2006).

Metodologia utilitzada a les diferents línies d'anàlisi

Per seleccionar les parcel·les, s'ha posat com a restriccions les situacions ambientals imposades pel lloc on s'ha realitzat principalment el tractament silvícola: pendent de mitja vessant (moderat-alt), orientació obaga i substrat de margues. A cada zona (tractament) es van delimitar i marcar tres parcel·les de 100 m² (5 × 20).

- *Estructura de la pineda*: s'ha mesurat el nombre d'individus de *Pinus halepensis* (densitat), l'alçada, el diàmetre del tronc i l'inici de capçada a I94E (a I94NE no s'ha pres aquesta mesura ja que en tots els individus la capçada començava arran de terra).

- *Regeneració del sotabosc*: s'han realitzat tres transectes per contacte puntual de 20 m cadascun, en els quals s'han pres dades de recobriment d'espècies i recobriment del sòl cada 0,50 m, i s'obtingut dades expressades en forma de per-

centatge. La classificació de l'estratègia regenerativa s'ha fet segons Ferran, A. (1996).

- **Acumulació de necromassa:** s'ha mesurat l'alçada que assolien les restes vegetals des del terra en els tres transsectes de 20 m cada 0,5 m. També s'han delimitat 4 subparcel·les d'1 m² a cadascuna de les 9 parcel·les, en les quals s'ha mesurat l'alçada de cada costat (en el punt 0,5 m de cadascun), se n'ha recollit i classificat tota la necromassa i s'ha mesurat el pes fresc i sec (aliquotes a 60 °C fins a l'estabilització del pes) per a cada classe. Els criteris de classificació han estat els següents:

- Fullaraca: Part més superficial, no descomposta del sòl (horitzó L)
- Branquilló: <1,5 cm de diàmetre
- Branca: 1,5 cm < diàmetre < 5 cm
- Tronc: > 5 cm de diàmetre

Resultats i discussió

Efecte del foc

Estructura de la pineda

Catorze anys després de l'incendi s'observa un increment enorme en la *densitat*: d'uns 1.300 ind/ha a I79 passem a tenir prop de 23.000 ind/ha a I94NE. Això es deu principalment a dos factors: l'alt potencial de regeneració per germinació després del foc de *Pinus halepensis* i a haver assolit la maduresa sexual abans de l'incendi del 94.

Pel que fa a la *distribució de classes diamètriques*, la pineda de I79 té una distribució típica de boscos madurs, amb forma de campana de Gauss: les freqüències més elevades es troben a les classes diamètriques centrals, properes a la mitjana i disminueixen als extrems. En canvi, a I94NE la majoria d'individus es concentren a les classes diamètriques de 2,5 cm (entre 0 i 5 cm) i de 7,5 (entre 5 i 10 cm), les quals representen el 60 i el 30% dels individus, respectivament, i la resta es troba a la següent classe. La mitjana de DBH (diàmetre a l'alçada del pit) a I79 és de $14,3 \pm 7,2$ cm i la de I94NE és de $2,6 \pm 1,4$ cm.

Respecte l'*inici de capçades* cal destacar que a I94NE al tractar-se d'un bosc jove que no ha rebut cap tipus de tractament, les ramificacions comencen arran de terra, amb la consegüent continuïtat vertical de combustible que això suposa.

Regeneració del sotabosc

En primer lloc, es pot constatar que el *recobriment del sòl* per la vegetació és significativament major a I79, amb un 96,4% i un 80,3% a I94NE. Tot i que el valor de I94NE és elevat, perquè ha transcorregut prou temps des de l'incendi, aquesta dada ens dóna una idea de la lentitud en la recuperació d'una capa vegetal de protecció contra l'erosió del sòl.

Respecte la *riquesa d'espècies*, a I79 s'ha obtingut un valor de 22 espècies en el conjunt de transsectes, i de 18 per a I94NE. Aquest fet és a causa de la gran densitat de *Pinus halepensis* que hi ha en aquestes parcel·les, fet que implica una forta competència per l'espai i els recursos. A més, cal afegir que a I94NE l'*equitativitat* també és força menor que a I79, és a dir, a I79 la majoria d'espècies són igual d'abundants, mentre que a I94NE hi ha certes espècies que són molt abundants i d'altres, molt poc.

Una altra vegada, aquest fet es deu a que aquelles espècies que poden explotar millor els recursos, com *P. halepensis* es veuen afavorides i dominen, mentre que les condicions són menys favorables per a les espècies de sotabosc. Cal remarcar l'augment d'abundància de *Pistacia lentiscus*, que passa del 22% a I79 al 30% a I94NE.

Els resultats sobre les *estratègies regeneratives* mostren diferències significatives: a I79 trobem un 95% de rebrotadores, un 4% de germinadores i un 1% de rebrotadores facultatives, mentre que a I94NE les proporcions són 83% i 17% per a rebrotadores i germinadores, respectivament. Aquests resultats indiquen que el foc pot produir una modificació de la composició específica respecte les estratègies regeneratives o d'almenys una variació proporcional important.

Acumulació de necromassa

El primer que s'observa és la diferència en la composició de la necromassa: a I79 està formada bàsicament per fullaraca de *P. halepensis* i, en menys mesura, d'*Arbutus unedo* i altres arbustos, mentre que a I94NE són molt més abundants les restes d'*Ulex parviflorus*, i la fullaraca de *P. halepensis* queda en un segon pla. Això s'explicaria pel fet que just després de l'incendi hi devia haver un fort increment en l'abundància d'*U. parviflorus*, però amb el temps la forta competència exercida per *P. halepensis* més l'enve-

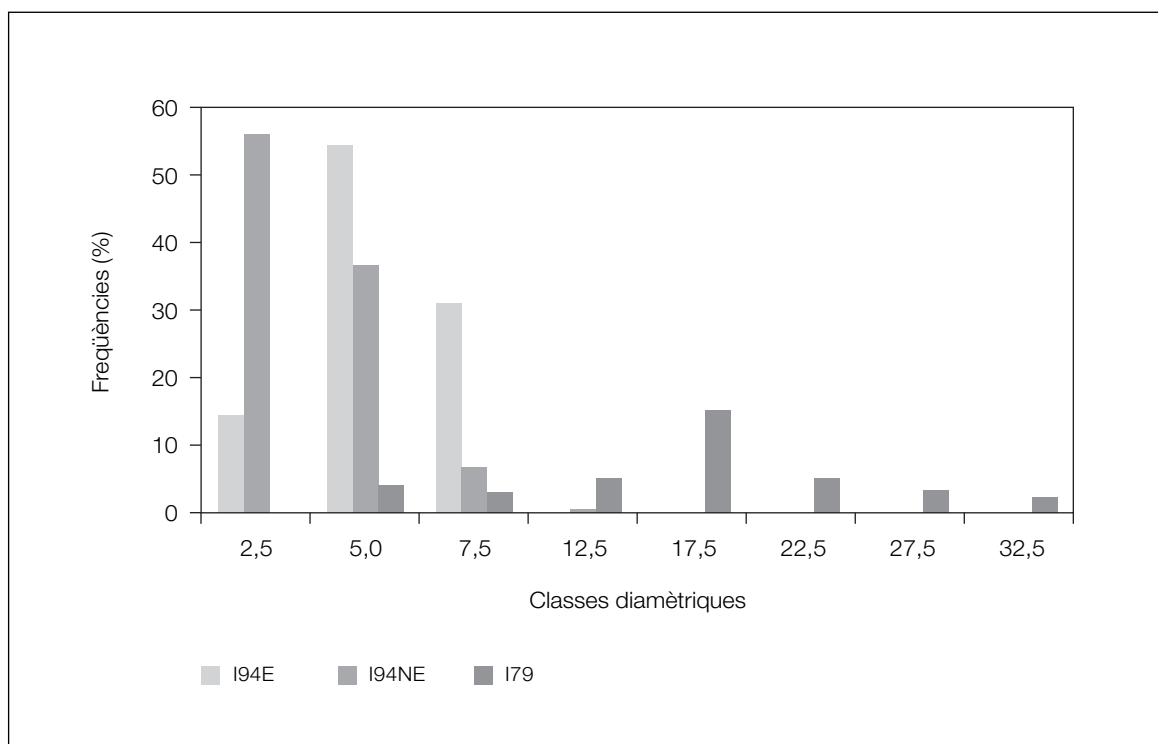


Figura 1. Distribució de classes diamètriques a les tres zones estudiades.

liment dels individus d'*U. parviflorus* ha portat a una gran acumulació de biomassa morta que s'ha anat dipositant gradualment a la superfície del sòl. Probablement aquest és un dels motius que expliqui que no hi hagi diferències significatives en el pes total de necromassa per hectàrea però sí en l'alçada, la mitjana de la qual presenta valors de $5,58 \pm 0,50$ cm a I79 i de $14,95 \pm 4,50$ cm a I94NE.

Pel que fa a *models de combustible*, I79 pertany al grup de la fullaraca, presenta un model d'entre 7 i 9 pel fet de ser un bosc relativament dens i amb un sotabosc desenvolupat, amb arbustos alts, que conté restes vegetals en descomposició. El model no descriu la possible intensitat que hi assoliria un incendi, ja que aquesta aniria molt lligada a la humitat del combustible, però podria propagar-se ràpidament per la fullaraca i l'estrat arbustiu. En canvi, I94NE hauria d'assimilar-se al grup dels matollars, ja que el model que més s'ajusta a les seves característiques és el 4, perquè, tot i que presenta una alçada de capçada superior als 2 m, es tracta d'un bosc jove, amb alta densitat i amb una continuïtat horitzontal i vertical completa. En aquest model, els focs poden ser de gran intensitat i propagar-se ràpidament.

Efecte del tractament silvícola

Estructura de la pineda

El tractament d'aclarida ha disminuït la densitat de pins, actualment, 1.200 ind/ha a I94E, valor similar al de I79 (1.300 ind/ha). També es va procedir a un esporgat de les branques més properes a terra per tal de diferenciar la capçada del tronc, de manera que es trenca la continuïtat vertical del combustible. Tot i així, per motius que s'expliciten més endavant, aquest problema no queda resolt del tot. L'aclarida també ha tingut efectes en la distribució de classes diamètriques (figura 1), mentre que a I94NE gairebé el 60% dels individus pertanyen a la classe diamètrica de 2,5 cm (interval de 0 a 5 cm), a I94E aquesta distribució es veu desplaçada cap a la següent classe diamètrica (de 5 a 10 cm), la qual inclou més del 50% dels individus.

El diàmetre dels troncs (DBH) a I94E presenta diferències significatives respecte a I94NE, ja que els primers són majors que els segons: de $2,66 \pm 1,4$ cm a I94NE a $4,25 \pm 1,6$ cm a I94E. Aquesta diferència es pot deure tant a l'efecte directe del tractament d'aclarida en el qual es van eliminar els individus més primers com a un

creixement major en diàmetre propiciat pel mateix tractament. L'observació visual que es va fer de les capçades, més desenvolupades i en millor estat a I94E, juntament amb aquestes diferències de DBH suggereixen que els individus han aprofitat l'espai i els recursos per créixer més en amplada que en alçada.

Regeneració del sotabosc

El tractament no ha modificat el *recobriment del sòl* per la vegetació, però sí que s'aprecia un augment que passa del 80,3% a I94NE al 87,9% a I94E.

Tot i que els intervals de *riquesa d'espècies* observats a les tres zones es solapen, sí que s'observa una major tendència de I79 i I94E a una major riquesa, amb valors de 22 i 23 espècies, respectivament. Aquesta major riquesa es deu a l'aparició d'espècies heliòfiles, ja que el tractament ha permès que s'alliberin recursos i que la llum pugui arribar fins al sotabosc. Tot plegat fa que en termes d'afinitat I79 i I94NE siguin més similars entre ells a causa de les condicions de major ombra en el seu sotabosc.

Respecte les proporcions entre estratègies regeneratives no hi ha diferències significatives, possiblement perquè l'estassada no té un efecte important sobre l'estratègia de les espècies o, si més no, durant el període de temps transcorregut entre l'efectuació de la pràctica i la recollida de dades. A més, la regeneració depèn molt de la vegetació inicial abans de l'incendi, que com ja s'ha comentat a l'apartat d'efecte del foc, aquest sí que va tenir un efecte significatiu en les estratègies de regeneració del sotabosc a I94NE.

S'ha observat un increment en l'abundància d'*Ulex parviflorus*, espècie a tenir en compte sobretot en l'estudi del model de combustible per la seva alta inflamabilitat, ja que en la seva maduresa acumula una gran quantitat de biomassa morta en peu, que a I94NE ha començat a acumular-se a la necromassa. A I94E no només s'observa aquesta acumulació de necromassa, sinó que també s'observa un increment en l'abundància. Caldria fer un estudi per determinar si es tracta de nous individus o d'un major creixement dels ja existents, a causa de l'alliberament de recursos provocat pel tractament d'aclarida, i quantificar-ne la biomassa per tal de decidir si és necessària una intervenció sobre aquesta espècie.

Acumulació de necromassa

Pel que fa a la diferència d'*alçada* produïda per l'estassada, veiem que el resultat mostra unes diferències força evidents ($25,19 \pm 3,65$ cm a I94E i $14,95 \pm 4,50$ cm a I94NE) i lògiques, tenint en compte que un cop feta l'estassada no es van retirar totes les restes. Analitzant el *pes*, obtenim uns resultats que, com ha passat en l'anàlisi de l'efecte del foc, no permeten establir diferències entre tractaments ($2,42 \pm 2,84$ kg a I94NE, $8,84 \pm 4,95$ kg a I94E), tot i que es pot apreciar que I94E acumula més necromassa. Aquest resultat fa pensar que la semblança en pes que es dona tant aquí com en l'efecte del foc es deu a la variabilitat dins el propi tractament, és a dir, els valors de pes de I94NE i els de I94E són tant diferents entre parcel·les que amaguen possibles diferències entre tractaments. Això no passa amb l'alçada perquè el nombre de mostres preses és molt més gran i els valors mitjans obtinguts són molt més robustos. No obstant això, tot i no poder trobar diferències significatives pel que fa al pes, sí que es pot dir que a CE hi ha més necromassa que a CNE i que a BC, tant en volum com en quantitat.

Malgrat que amb l'estassada es van esporgar les ramificacions inferiors dels arbres i, per tant, va augmentar l'alçada d'inici de capçada, s'ha observat que no s'ha resolt del tot la continuïtat vertical del combustible, ja que sotabosc i capçades continuarien estan connectades en funció de l'alçada de la flama en cas d'incendi. Segons alguns models d'alçada de flama en funció de l'alçada de la vegetació i la velocitat de propagació (TRABAUD, 1992), en el pitjor escenari, alçades de combustible de 0,5 m donen alçades de flama de més de 1,5 m. Per tant, en condicions molt dolentes, tenim una zona de gran continuïtat, on les flames arribarien ràpidament a la capçada dels arbres i, fins i tot, en el cas que no hi arribessin, es produiria un incendi força intens.

A I94NE el model de combustible pertany al grup de les restes, caracteritzaríem la zona amb el model 11, ja que presenta restes lleugeres de tractaments silvícoles recents (de menys de 7,5 cm de diàmetre). Com en el cas de I94NE, l'incendi seria bastant actiu, i podria donar lloc a focs molt intensos, que es propagarien principalment a través de les restes.

Conclusions

Catorze anys després de l'incendi, la regeneració natural ha portat a un bosc que actualment es troba en un estat crític, amb una estructura amb risc elevat d'incendi, amb una densitat elevadíssima i amb completa continuïtat de combustible, tant horitzontal com vertical, sense diferenciació de capçades i sotabosc. A més, el sotabosc es caracteritza per estar dominat per *Ulex parviflorus*, amb individus madurs que acumulen molta biomassa morta en peu. Aquesta situació ha fet necessària una actuació silvícola.

El tractament silvícola ha tingut diferents efectes. A llarg termini podem dir que ha millorat l'estructura del bosc gràcies a la menor densitat i a la diferenciació de la capçada i el sotabosc, i ha afavorit també un major creixement dels pins. Però a curt termini ens hem quedat en un model de combustible gens desitjable, ja que continua havent un elevat risc d'incendi per l'augment de la biomassa d'*Ulex parviflorus*, espècie que, pels motius que ja s'han exposat anteriorment, comporta un increment en el risc d'incendi.

En aquest sentit, cal remarcar que un dels objectius més importants del tractament, el d'incidir positivament en la prevenció d'incendis disminuint la quantitat de combustible i creant discontinuïtats verticals, no ha estat assolit, precisament, per la mateixa actuació d'aclarida.

Per aquests motius es recomana, tant en la present com en futures actuacions silvícoles, triturar les restes i deixar-les *in situ* o retirar-les, i també caldria, després d'incidir en l'estrat arbori i previ estudi de l'estat actual de l'espècie, realitzar aclarides d'*U. parviflorus*, ja que és del tot necessari reduir el risc d'incendi.

Finalment, i a tall de reflexió, creiem que és necessari plantejar la gestió dels espais forestals protegits amb l'objectiu de millorar la resiliència dels sistemes per tal d'optimitzar les actuacions

encaminades a disminuir el risc d'incendi i reduir així la necessitat d'intervencions futures.

Bibliografia

BOLÒS O. de; VIGO, J.; MASALLES, R.M. i NINOT, J.M. (2005): *Flora Manual dels Països Catalans* (3ª Edició Revisada i Ampliada). Ed. Pòrtic S.A., Barcelona.

FERRAN, A. (1996): *La fertilitat de sòls forestals en la regeneració després del foc de diferents ecosistemes mediterranis*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.

FONTANILLAS, I. i CANADELL, J. (1987): Regeneració del sotabosc de les pinedes de pi blanc després d'un incendi. Quaderns d'ecologia aplicada, 10, p. 93-99. Diputació de Barcelona.

LLORET, F. «Régimen de incendios y regeneración». A: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ed. Valladares, F. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF S.A. Madrid.

PAPIÓ, C. (1990): *Ecologia del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 292 pp.

PIÑOL, J. i MARTÍNEZ-VILLALTA, J. (2006): *Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación*. Lynx Ediciones. Bellaterra. 419 pp.

TERRADAS, J. (1996): *Ecologia del foc*. Edicions Proa. Barcelona.

TRABAUD, L. (1989): *Les Feux de forêts : mécanismes, comportement et environnement*. France-Sélection. Aubervilliers.

VÉLEZ MUÑOZ, R. (2000): Los modelos de combustible. A: VÉLEZ MUÑOZ, R. (Coord.). (2000). *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y Experiencias*. P. 7 a 16, Madrid.

Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya: www.creaf.uab.es