

**INSTITUCIÓ CATALANA
D'HISTÒRIA NATURAL
QUÈ CAL FER DESPRÉS
DELS INCENDIS FORESTALS?,
A CÀRREC DE
V. RAMON VALLEJO,
DE LA UNIVERSITAT
DE BARCELONA**

Hi ha una opinió generalitzada en la ciutadania i en els poders públics que, després d'un incendi forestal, cal fer alguna cosa per tal de mitigar la catàstrofe i restaurar els terrenys cremats. Tanmateix, l'impacte dels incendis depèn no només del foc, sinó també de les propietats intrínseques dels ecosistemes afectats; per tant, no hi ha receptes universals que es puguin aplicar sistemàticament després d'un incendi, i molt sovint els terrenys cremats es regeneren sols, sense necessitat de cap intervenció antròpica. En aquesta conferència es presenten criteris per a avaluar i prioritzar les necessitats de restauració postincendi i exemples de la seva aplicació, basats en experiències realitzades al País Valencià.

1. PLANTEJAMENT

74

El desencadenament de grans incendis forestals sovint genera en el públic i en les administracions una reacció de voler reconstruir els boscos afectats al més aviat possible i fer propostes de grans plans de restauració forestal. Encara és més freqüent que, amb l'esvaniment del fum dels incendis i l'aparició d'altres notícies (altres catàstrofes), les promeses i les demandes de restauració també s'esvaneixen. Evidentment, els incendis de grans dimensions provoquen forts xocs emocionals en la població més afectada i d'ací sorgeix la reacció de voler fer-hi alguna cosa. En aquest capítol intentarem racionalitzar la casuística ecològica provocada pels grans incendis forestals per tal de fonamentar les possibles estratègies de restauració.

La seqüència de preguntes (i dubtes) que cal formular-se sobre la restauració de forests cremades seria la següent:

1. Cal reforestar totes les forests cremades? Una visió intervencionista apostaria en aquesta direcció.

2. O bé no s'ha de fer res i cal deixar que la naturalesa faci la seva feina («la naturalesa és sàvia»)? Davant aquesta opció, molta gent es preguntaria: però mai no s'ha de restaurar?, alguna cosa s'hi haurà de fer, oi?

3. En cas que la restauració sigui selectiva, caldria definir:

a) On?

b) Quan? Amb quines prioritats?

c) Com?

Òbviament, per respondre aquest seguit de qüestions, cal definir prèviament un objectiu clar de les possibles intervencions de restauració i de la gestió de la forest cremada.

La resposta a aquestes preguntes requereix l'anàlisi de quins impactes ecològics pot produir el foc que puguin justificar la realització de projectes de restauració (per tal d'evitar aquests impactes). Aquesta anàlisi de riscos d'impactes s'haurà de basar en la predicció de la resposta dels ecosistemes cremats. Previsiblement, no tots els ecosistemes respondran de la mateixa manera al foc; a més, els focs poden variar molt en la seva severitat (relacionada amb les temperatures màximes i el seu temps de residència), i les condicions meteorològiques en el període postincendi poden ser també molt variables i afectar la regeneració.

El medi forestal que ens ocupa es refereix no només als boscos en sentit estricte, sinó a tots els ecosistemes terrestres seminaturals considerats dins l'espai forestal (no agrícola ni urbà), és a dir, boscos, matollars i prats. Entenem per restauració, en sentit ampli, les accions adreçades a reconstruir els ecosistemes degradats (pel foc, en aquest cas) quan aquesta recuperació no es produeix espontàniament o no es produeix a la velocitat requerida per als objectius plantejats (Vallejo, 1999, vegeu la definició que dóna de *restauració*

ecològica la Society for Ecological Restoration International [<http://www.ser.org>]).

2. ELS OBJECTIUS DE LA RESTAURACIÓ DESPRÉS DEL FOC

Els objectius de gestió d'una forest cremada poden ser diversos i múltiples. El mateix incendi pot suscitar la temptació d'aprofitar per canviar l'ús de la forest. D'antuvi, s'ha considerat que un motiu per cremar els boscos podria ser facilitar el canvi en la classificació del terreny per promoure la urbanització. Deixant obertes les possibilitats que puguin proposar-se diversos objectius de restauració, en funció, per exemple, d'interessos específics dels propietaris de la forest, si assumim que no es proposa canviar l'ús del sòl, els objectius ecològics mínims que s'haurien de considerar serien:

76

2.1. *Conservació del sòl i regulació hídrica*

El sòl és un recurs primari per als ecosistemes terrestres i és no renovable a escala ecològica. Atès que el sòl del bosc cremat corre el risc d'erosió irreversible, la seva conservació és un objectiu primari que cal considerar. De manera semblant, l'aigua és el factor més limitador als nostres boscos i, per tant, la seva captació al bosc és clau per tal de garantir la regeneració de l'ecosistema. D'altra banda, la pèrdua excessiva de sòl i l'escolament de grans quantitats d'aigua que es pot produir després del foc en situacions extremes poden provocar inundacions i danys per l'excés de càrrega sedimentària de les crescudes, a més d'incrementar ràpidament el rebliment dels embassaments.

2.2. *Augmentar la resistència i la resiliència¹ dels ecosistemes*

Els nostres ecosistemes estan exposats de manera natural als incendis forestals. Aquest és un fet consubstancial a la Mediterrània (Naveh, 1990) i probablement es farà més acusat en la perspectiva del canvi climàtic. En aquest context d'alta probabilitat d'incendis forestals, l'objectiu és que els ecosistemes seminaturals siguin menys inflamables i combustibles (més resistents) i tinguin la màxima capacitat d'autoregeneració en el cas que es cremin (més resilients). La inflamabilitat és variable segons les espècies i depèn del seu contingut hídric, de la seva composició mineral i del seu contingut de substàncies orgàniques volàtils, encara que les diferències entre espècies no són enormes. La combustibilitat sí que varia força entre formacions vegetals, així com la seva resiliència, que depèn en gran part de les estratègies reproductives de les espècies dominants.

77

2.3. *Millorar la qualitat dels ecosistemes i del paisatge*

Atès que els paisatges mediterranis han sofert un ús intens i extensiu al llarg de mil·lennis, ús que en molts casos ha comportat la degradació dels ecosistemes, un objectiu de la restauració postincendi ha de ser millorar la qualitat dels ecosistemes degradats en termes de riquesa d'espècies («biodiversitat»), estructura i maduresa, incloent-hi l'escala de paisatge. Gran part dels nostres boscos i matollars van ser explotats intensament fins als anys 1960-1970, de manera

1. La *resiliència* es refereix a l'elasticitat d'un ecosistema afectat per una pertorbació, és a dir, la seva capacitat per retornar a l'estat previ a la pertorbació.

que predominaven formacions en estadis primerencs de la successió secundària. Després de l'abandó extensiu de l'explotació d'aquests ecosistemes i de cultius marginals, i amb la generalització dels incendis forestals, la restauració ha de promoure el desenvolupament d'ecosistemes madurs, que són escassos en els nostres paisatges. Aquests ecosistemes madurs poden ser boscos de planifolis o mixtos en molts casos, però també màquies en condicions de clima semiàrid on no es poden desenvolupar plenament els boscos.

3. ANÀLISI I PREDICCIÓ DE L'IMPACTE ECOLÒGIC DELS INCENDIS FORESTALS

L'impacte ecològic dels incendis depèn, d'una banda, de les característiques del foc, i, de l'altra, de les propietats de l'ecosistema, encara que el comportament del foc no és independent de les propietats de la vegetació (que constitueix el combustible).

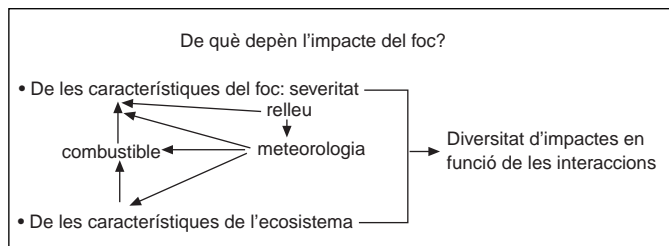


FIGURA 1. Factors que determinen l'impacte ecològic dels incendis forestals.

La severitat descriu l'impacte directe del foc en l'ecosistema. Sovint es determina experimentalment mesurant les temperatures per damunt un cert llindar (generalment 150 °C) i el seu temps de residència al bosc (Pérez i More-

no, 1998). Aquest paràmetre és molt variable a l'espai, entre un punt i un altre del bosc, tant en horitzontal com en vertical. La severitat ve determinada també per les característiques del combustible, la seva quantitat, estructura i humitat. La majoria de les plantes del sotabosc en focs de superfície i els arbres en focs de capçades perden els teixits vius de la part aèria; les que tenen meristemes subterranis generalment conserven la capacitat de rebrotar («plantes rebrotadores») en la mesura que aquests meristemes no siguin afectats per temperatures letals gràcies a la baixa conductivitat tèrmica del sòl. Les plantes que no tenen aquests meristemes subterranis moren completament («plantes germinadores») i només es regeneren a través de les llavors que hi puguin haver al sòl o les que puguin arribar d'indrets propers no cremats. El foc, en funció de la seva severitat, consumeix poc o molt els horitzons orgànics del sòl, i afecta les llavors, la microflora (esterilització) i la microfauna que hi viu. Dins el sòl mineral, els efectes del foc solen ser superficials i de curta durada. La majoria dels incendis forestals en les nostres contrades produeixen el consum de gran part de la virosta i la mortalitat de la vegetació del sotabosc, amb un grau d'impacte en els arbres molt variable. Sovint resten rodals d'arbres no cremats a la copa o afectats només parcialment.

El sòl recent cremat, desprotegit de la coberta vegetal i, sovint, de la virosta, està exposat a la degradació de la seva superfície (Bautista *et al.*, 1996), la reducció de la capacitat d'infiltració d'aigua i, consegüentment, l'augment de l'escolament superficial i l'erosió. El risc d'erosió ha de tenir en compte tant la mateixa degradació del sòl afectat com els efectes aigües avall de l'augment d'escolament (possibles inundacions) i del transport de sediments, és a dir, del valor social de les zones que puguin rebre aquests impactes.

El segon gran factor que condiciona l'impacte dels

incendis es relaciona amb les característiques intrínseques de l'ecosistema, fonamentalment la capacitat d'autoregeneració de la vegetació. Els estudis de la regeneració espontània dels ecosistemes cremats es van iniciar a l'Europa Mediterrània cap als anys 1970, amb els treballs pioners de Louis Trabaud al Llenguadoc (Trabaud, 1974, 1984, 1992; Trabaud i Lepart, 1980). Posteriorment, aquests estudis es van estendre per tots els països mediterranis (vegeu, per exemple, una síntesi a Pausas i Vallejo, 1999). Igual que a Califòrnia (Hanes, 1971), els estudis de Trabaud mostraren que la vegetació mediterrània afectada pel foc es regenerava, en general, seguint el denominat *procés d'autosuccessió*, és a dir, que la vegetació existent abans del foc es torna a recuperar en la seva composició florística poc temps després, de manera espontània. Sobre aquesta generalització hi ha algunes excepcions rellevants. Un cas que ha afectat recentment grans superfícies de boscos catalans és el de la pinassa (*Pinus nigra*), espècie que pràcticament no es regenera després del foc (Retana *et al.*, 2002). També és significatiu el cas de la savina (*Juniperus phoenicea*) (Riera i Castell, 1997). El pi blanc (*Pinus halepensis*) té una alta capacitat de germinació després del foc, excepte quan la massa afectada encara no ha arribat a la maduresa reproductiva, que és aproximadament de quinze a vint anys. Aquest cas és freqüent en plantacions recents o quan un incendi afecta la massa de pins en regeneració d'un incendi anterior.

El bosc cremat es pot regenerar a diferents velocitats (Vallejo i Alloza, 1998) i pot seguir més o menys el procés d'autosuccessió, depenent molt més de les estratègies reproductives de les espècies vegetals cremades (rebrotadores *versus* germinadores) que de la mateixa severitat del foc. Les plantes rebrotadores es regeneren de manera eficient gràcies als òrgans subterranis que han quedat poc o gens afectats pel foc, o a la protecció de l'escorça en el cas de l'alzina surera.

Els òrgans subterranis, a més de ser un reservori de gemmes vegetatives, també tenen reserves de carbohidrats i nutrients. Aquestes reserves, junt amb la persistència del sistema d'arrels, permeten una ràpida rebrotada en un entorn (el sòl recent cremat) fertilitzat per les cendres i amb baixa competència pels recursos bàsics. Fins i tot a l'estiu, sense pluges, en poques setmanes es produeix el rebrot de moltes d'aquestes espècies. Per contra, les plantes germinadores necessiten l'arribada de les pluges per germinar i tenen, al principi, una velocitat de creixement més lenta que les rebrotadores, atès que parteixen d'una petita llavor i han de generar la planta sencera.

Moltes plantes mediterrànies tenen capacitat de rebrotar —la major part de les esclerofil·les, com ara l'alzina (*Quercus ilex*), la surera (*Q. suber*), el garric (*Q. coccifera*), el llentiscle (*Pistacia lentiscus*), l'aladern (*Rhamnus alaternus*) i moltes altres, però també herbàcies com ara el llistó (*Brachypodium retusum*). Espècies germinadores típiques són les estepes (*Cistus* sp.), el romaní (*Rosmarinus officinalis*) o la gatosa (*Ulex parviflorus*), a més dels pins, amb l'excepció del pi de Canàries (*Pinus canariensis*).

81

La velocitat de regeneració de la coberta vegetal després del foc és la clau en la protecció del sòl enfront de la seva degradació superficial, l'augment de l'escolament i l'erosió (Vallejo, 1999). Com més lenta és la recuperació de la coberta, més temps estarà exposat el sòl nu als agents meteorològics. La coincidència de la seqüència temporal dels focs d'estiu amb les pluges torrencials, generalment de tardor, amb poc temps per a permetre una suficient regeneració de la vegetació, suposa sempre un alt risc de degradació en pendents forts i sòls vulnerables.

En definitiva, les possibles combinacions de severitat, relleu, condicions meteorològiques immediatament postincendi, sensibilitat del sòl a la degradació i composició en

espècies amb diverses estratègies regeneratives resulten en una gran diversitat de possibles impactes dels incendis forestals. Tanmateix, la sensibilitat del sòl (especialment la seva erosionabilitat) i les estratègies reproductives de les espècies vegetals dominants acostumen a ser els factors crítics en les nostres forests.

4. L'AVALUACIÓ DE L'IMPACTE DELS INCENDIS FORESTALS I DE LA NECESSITAT DE RESTAURACIÓ

Basant-nos en les anàlisis anteriors, podem intentar donar resposta a les preguntes formulades sobre la necessitat d'emprendre projectes de restauració en forests cremades. Les respostes han de ser suficientment generalitzables perquè siguin aplicables a l'escala de la planificació, utilitzant indicadors que es puguin derivar de la informació cartogràfica disponible. S'assumeixen els objectius ecològics mínims esmentats a l'apartat 2.

4.1. *Cal reforestar totes les forests cremades?*

Clarament, no. Molts boscos, matollars i prats es regeneren seguint el procés d'autosuccessió de manera eficient i, en qualsevol cas, d'una manera més eficient de la que podríem estimular artificialment amb intervencions antròpiques. La majoria de boscos madurs de pi blanc, dominants a les terres baixes mediterrànies, i les formacions d'alzines, suros i roures es regeneren eficientment després d'un sol foc o amb incendis no gaire recurrents. Un altre cas és el de les pinedes de pinassa o de pi roig.

4.2. *O bé no s'ha de fer res i deixar que la naturalesa faci la seva feina?*

La naturalesa probablement és sàvia, però potser no sempre la seva saviesa ens convé, especialment després d'haver alterat els ecosistemes durant mil·lennis i d'haver construït cases i altres estructures en el medi forestal o aigües avall de conques torrencials. Hi ha situacions, d'alt risc d'erosió i d'inundacions després dels incendis, en les quals no fer res pot derivar en danys catastròfics a la societat. Es tracta, evidentment, d'identificar aquestes situacions.

4.3. *Les possibles accions de restauració haurien de ser selectives*

a) On s'ha de restaurar?

En forests on els sòls siguin vulnerables a l'erosió i la vegetació tingui baixa capacitat de regeneració després del foc, majoritàriament comunitats dominades per espècies germidores. També en boscos on el foc faci desaparèixer les espècies arbòries (vegeu apartat 3) i l'objectiu de gestió sigui recuperar el bosc.

b) Quan? Amb quines prioritats?

En els casos que el risc d'impacte es refereix a l'erosió postincendi, les actuacions restauradores han de ser immediates per tal de pal·liar la degradació del sòl a curt termini, justament quan el risc és més elevat. Aquest cas seria de màxima prioritat des del punt de vista ecològic i de prevenció de catàstrofes postincendi. En els casos que les actuacions afec-

tin la millora de l'estructura i la composició de l'ecosistema en relació amb les espècies llenyoses, les actuacions no són urgents i és millor fer-les tan bon punt s'ha produït una certa recuperació de la coberta vegetal (normalment al cap de dos anys), per tal d'evitar que els treballs de reforestació puguin produir impactes negatius al sòl.

c) Com?

Les tècniques que cal emprar, així com la selecció de les espècies en el cas de revegetació (reforestació en sentit ampli), depenen de l'estat de degradació de l'ecosistema i dels objectius plantejats (vegeu l'apartat 2), objectius que es relacionen amb els riscos ecològics postincendi. En el cas d'elevat risc d'erosió postincendi, les tècniques efectives són les «sembres d'emergència», que consisteixen en la sembra d'herbàcies autòctones, acompanyades d'una coberta orgànica de tipus empallat (*mulch* segons l'anglicisme utilitzat comunament al sector) (Bautista *et al.*, 1996). En el cas de reintroducció de llenyoses, es recomana utilitzar diverses espècies simultàniament, incorporant arbustos rebrotadors autòctons (en el cas que no hi siguin a l'ecosistema) per tal de millorar la resiliència de l'ecosistema al foc, i combinant coníferes amb planifolis, per tal d'aprofitar el creixement més ràpid dels pins amb la resiliència dels planifolis i les interaccions sinèrgiques que s'estableixen entre ambdós grups d'espècies (Pausas *et al.*, 2004). Les tècniques de preparació de terreny, l'addició d'esmenes, el cultiu de les plantes al viver i les tècniques de plantació han d'optimitzar l'aprofitament de l'aigua i la supervivència dels plançons en la fase d'arrelament, moment crític per a l'èxit de les plantacions en clima mediterrani (Vallejo *et al.*, 2003).

5. ANÀLISI CARTOGRÀFICA DE LA FRAGILITAT DELS ECOSISTEMES ALS INCENDIS

Les propostes desenvolupades a l'apartat anterior es poden aplicar a estudis de camp, per tal d'identificar amb detall els impactes del foc, visitant les forests recentment cremades, o es poden elaborar en suport cartogràfic, de manera que es pugui planificar la localització de les possibles actuacions al territori en cas d'incendi forestal. Les dues aproximacions són portades a terme actualment pel Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) per a la Generalitat Valenciana: la primera consisteix a realitzar prospeccions de tots els incendis de superfície superior a les 100 ha, amb l'elaboració d'un informe urgent d'impacte i recomanacions d'accions de restauració, i la segona, a elaborar cartografies de fragilitat de les forests davant dels incendis, cartografies que s'han incorporat al Pla General d'Ordenació Forestal de la Comunitat Valenciana. A continuació detallem els mètodes utilitzats per a l'elaboració d'aquestes cartografies (Alloza, 2003).

La fragilitat dels ecosistemes es descriu a partir de factors físics (limitacions hídriques i risc d'erosió) i de les característiques de la vegetació, sintetitzades pel que anomenem *potencial de regeneració*. Es parteix d'informació cartogràfica de base, generalment disponible en format digital.

A partir de la xarxa d'estacions meteorològiques es calculen les restriccions hídriques del sòl segons Montero de Burgos i González Rebollar (1983), i el risc d'erosió que creua les capes de l'equació universal de pèrdua de sòl (USLE) amb un sistema d'informació geogràfica (SIG). La combinació d'aquests dos indicadors reflecteix les limitacions hídriques per a la vegetació en regeneració (també en el cas d'una reforestació) i el risc de degradació postincendi.

El potencial de regeneració de la vegetació s'avalua utilitzant dos paràmetres, el potencial d'autosuccessió des-

prés del foc i la velocitat de regeneració. El potencial d'auto-successió de les formacions vegetals intenta descriure en quina mesura la fisiognomia de la vegetació es veu significativament afectada pel foc. La capacitat d'autosuccessió es considera bona quan les espècies dominants es recuperen espontàniament. Aquest és el cas més general. Aquesta capacitat es veu reduïda quan una espècie dominant no es regenera amb eficiència, com seria el cas de les pinedes de pinassa amb un únic incendi o les pinedes joves de pi blanc. En aquests casos, el foc produeix un canvi dràstic en l'estructura de l'ecosistema i en els seus usos socials. La velocitat de regeneració de la vegetació és el factor crític en el risc de degradació del sòl, tal com s'ha discutit a l'apartat 3. Aquest paràmetre s'avalua segons l'abundància d'espècies rebrotadores (Vallejo i Alloza, 1998); concretament, es considera que la velocitat de regeneració és «alta» quan hi ha més d'un 40% de recobriment d'espècies rebrotadores, «mitjana» amb una presència de rebrotadores inferior al 40% i «baixa» quan només hi ha espècies germinadores. Aquest valor llindar del 40% s'ha derivat del fet que, per sota d'aquest percentatge de recobriment, es considera que el sòl està exposat a un alt risc d'erosió (Thornes, 1995). De la combinació ponderada d'ambdós paràmetres, segons un judici expert qualitatiu, es deriva el potencial de regeneració que integra l'eficiència de recuperació de l'ecosistema, en la seva integritat, després dels incendis. Aquests paràmetres s'obtenen en format cartogràfic a partir dels inventaris forestals i del *Mapa forestal de España: Memoria general* (Ruiz de la Torre, 1990) en les seves versions digitals.

De la integració, mitjançant un SIG, del risc de degradació amb la capacitat de regeneració, ponderant el pes d'aquests dos criteris de nou segons un judici expert, s'elabora la cartografia de fragilitat dels ecosistemes als incendis (figura 2).



FIGURA 2. *Avaluació de la fragilitat respecte als incendis dels ecosistemes forestals (ni agrícoles ni urbans) a la Comunitat Valenciana. El grau de fragilitat resulta de la combinació del risc de degradació de l'ecosistema i de la capacitat de regeneració de la vegetació. La cartografia de base d'aquest mapa s'ha realitzat a escala 1:50.000 (Alloza, 2003).*

Evidentment, les forests més fràgils tindrien la màxima prioritat de restauració en el cas que es veiessin afectades per un incendi. Per a zones no cremades recentment, la prioritització de les actuacions de restauració resultaria de la combinació del paràmetre *fragilitat* amb la capacitat protectora actual de la coberta vegetal, segons que es pot estimar a partir dels nivells de maduresa de Ruiz de la Torre (1990).

El procediment descrit intenta plasmar els coneixements actuals de la resposta dels ecosistemes mediterranis al foc en una metodologia de fàcil aplicació a l'escala de la planificació territorial, per a l'avaluació tant del risc de degradació com de la restauració postincendi. De la mateixa manera, pel fet que a l'avaluació es discriminen els factors de risc, les tècniques de restauració es poden dissenyar per tal de resoldre justament els processos degradatius identificats. Aquesta mateixa aproximació metodològica pot incorporar les millores que es puguin produir en els models i les cartografies de base, com ara nous models d'erosió, i el possible refinament dels criteris per a caracteritzar les respostes de la vegetació.

6. AGRAÏMENTS

La recerca que ha donat lloc a aquest article ha estat subvencionada per la Generalitat Valenciana i Bancaixa, així com els projectes de la Comissió Europea (DG Recerca) REDMED i GEORANGE.

BIBLIOGRAFIA

ALLOZA, J. A. (2003). *Análisis de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Desarrollo de criterios y pro-*

- cedimientos de evaluación*. València: Universitat Politècnica de València. [Tesi doctoral]
- BAUTISTA, S.; ABAD, N.; LLOVET, J.; BLADÉ, C.; FERRAN, A.; PONCE, J. M.; CATURLA, R. N.; ALLOZA, J. A.; BELLOT, J.; VALLEJO, V. R. (1996). «Siembra de herbáceas y aplicación de *mulch* para la conservación de suelos afectados por incendios forestales». A: VALLEJO, V. R. [ed.]. *La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana*. València: CEAM, p. 395-434.
- BAUTISTA, S.; BELLOT, J.; VALLEJO, V. R. (1996). «Mulching treatment for postfire soil conservation in a semiarid ecosystem». *Arid Soil Res. and Rehab.*, núm. 10, p. 235-242.
- HANES, T. L. (1971). «Succession after fire in the chaparral of southern California». *Ecological Monographs*, núm. 41 (1), p. 27-52.
- MONTERO DE BURGOS, J. L.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. (1983). *Diagramas bioclimáticos*. Madrid: ICONA.
- NAVEH, Z. (1990). «Fire in the Mediterranean – a landscape perspective». A: GOLDAMER, J. G; JENKINS, M. J. [ed.]. *Fire in ecosystems dynamics*, p. 1-20. L'Haia: SPB Academic Publishing.
- PAUSAS, J. G.; BLADÉ, C.; VALDECANTOS, A.; SEVA, J. P.; FUENTES, D.; ALLOZA, J. A.; VILAGROSA, A.; BAUTISTA, S.; CORTINA, J.; VALLEJO, V. R. (2004). «Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review». *Plant Ecology*, núm. 171, p. 209-220.
- PAUSAS, J. G.; VALLEJO, V. R. (1999). «The role of fire in European Mediterranean ecosystems». A: CHUVIECO, E. [ed.]. *Remote Sensing of Large Wildfires*. Berlín: Springer-Verlag, p. 2-16.
- PÉREZ, B.; MORENO, J. M. (1998). «Methods for quantifying fire severity in shrubland-fires». *Plant Ecology*, núm. 139, p. 91-101.

- RETANA, J.; ESPELTA, J. M.; HABROUK, A.; ORDÓÑEZ, J. L.; SOLÀ-MORALES, F. (2002). «Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in NE Spain». *Ecoscience*, núm. 9, p. 89-97.
- RIERA, J.; CASTELL, C. (1997). «Efectes dels incendis forestals recurrents sobre la distribució de dues espècies del Parc Natural del Garraf: el pi blanc (*Pinus halepensis*) i la savina (*Juniperus phoenicea*)». *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, núm. 65, p. 105-116.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (1990). *Mapa forestal de España: Memoria general*. Madrid: ICONA.
- THORNES, J. B. (1995). «Mediterranean desertification and the vegetation cover». A: FANTECHI, R.; BALABANIS, P.; RUBIO, J. L. [ed.]. *Desertification in a European context*. Luxemburg: European Commission.
- TRABAUD, L. (1974). «Apport des études écologiques dans la lutte contre le feu». *Rev. Forest. Française*, núm. especial, p. 140-153.
- (1984). «Changements structuraux apparaissant dans une garrigue de chêne kermès soumise à différents régimes de feux contrôlés». *Oecologia Applicata*, núm. 5, p. 127-143.
- (1992). «Influence du régime des feux sur les modifications à court terme et la stabilité à long term de la flore d'une garrigue de *Quercus coccifera*». *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, núm. 47, p. 209-230.
- TRABAUD, L.; LEPART, J. (1980). «Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire». *Vegetatio*, núm. 43, p. 49-57.
- VALLEJO, V. R. (1999). «Post-fire restoration in Mediterranean ecosystems». A: EFTICHIDIS, G.; BALABANIS, P.; GHAZI, A. [ed.]. *Wildfire Management*. Atenes: European Comission: Algosystems, p. 199-208.
- VALLEJO, V. R.; ALLOZA, J. A. (1998). «The restoration of burned lands: The case of eastern Spain». A: MORENO, J.

- M. [ed.]. *Large Forest Fires*. Lieden: Backhuys Publ., p. 91-108.
- VALLEJO, R.; CORTINA, J.; VILAGROSA, A.; SEVA, J. P.; ALLOZA, J. A. (2003). «Problemas y perspectivas de la utilización de leñosas autóctonas en la restauración forestal». A: REY, J. M.; ESPIGARES, T.; NICOLAU, J. M. [ed.]. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, p. 11-42.

