

DOI: 10.2436/20.1501.02.27

L'ensenyament de la biologia en l'ESO i el batxillerat
(Josep Clotet i Lluís Serra, ed.)

Treballs de la SCB. Vol. 57 (2006) 53-59

PODEN CONVIURE EL BOSC I EL FOC? NOUS AVENÇOS DE LA RECERCA EN ECOLOGIA DEL FOC

JOSEP MARIA ESPELTA

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF).

Adreça per a la correspondència: Josep Maria Espelta. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). Edifici C, Campus Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Adreça electrònica: josep.espelta@uab.cat.

RESUM

El foc és un factor ecològic natural en nombrosos ecosistemes, però la seva freqüència i extensió han estat modificades per l'home. Actualment el règim d'incendis en moltes zones de clima mediterrani es caracteritza per un augment en el nombre d'incendis, en la seva reiteració i en la seva grandària. Aquest fet, unit a l'augment de la temperatura i dels episodis de sequera induïts pel canvi climàtic en aquesta àrea, genera incerteses sobre quina pot ser la resposta funcional dels ecosistemes i quins canvis es poden produir en la distribució d'espècies i l'estructura de les comunitats. Malgrat la reconeguda resiliència de les comunitats mediterrànies al foc, estudis recents demostren que aquesta resposta no és extensiva a tot tipus de sistemes i que fins i tot aquelles espècies que presenten mecanismes que els permeten regenerar-se eficaçment davant aquesta pertorbació, com la rebrotada o el manteniment de bancs de llavors protegits, poden veure's greument afectades per un augment en la freqüència, intensitat o grandària dels incendis o la seva combinació amb altres pertorbacions (p. ex., sequera). Fins a quin punt aquests efectes poden ser mitigats mitjançant diferents estratègies de gestió requereix un considerable esforç d'investigació.

Paraules clau: canvi climàtic, ecosistema mediterrani, incendi, gestió forestal, resiliència.

CAN LIVE TOGETHER THE FOREST AND FIRE? NEW CHALLENGES FOR FIRE ECOLOGY

SUMMARY

Fire is a natural ecological factor, but fire frequency and fire expansion have been modified by human activities. The present wildfire regime in most Mediterranean-type climate areas is characterized by an increase in the number, recurrence and size of fires. Moreover,

increasing warming and drought episodes due to climate change in this ecological scenario may challenge the functional response of ecosystems and induce changes in the structure and species composition of Mediterranean communities. In spite of the well known resilience of Mediterranean-type ecosystems to fire, recent studies have demonstrated that this response is not applicable to all communities and that, even species with a successful regeneration after fire, due to resprouting or the presence of seed banks, may be threatened by an increase in the frequency, intensity and size of fires and/or the occurrence of other disturbances (e.g. drought). To what extent these effects could be modified by different management strategies remains to be further investigated.

Key words: climate change, Mediterranean-type ecosystems, forest management, resilience, wildfire.

INTRODUCCIÓ

El foc és un factor ecològic present en molts tipus d'ecosistemes del món, des dels boscos boreals, les sabanes o praderies tropicals i temperades fins als matollars i boscos mediterranis. La propensió dels ecosistemes mediterranis al foc obeeix en bona part al clima amb un règim de precipitació escàs, fortament irregular, amb sequeres recurrents i amb un eixut estival perllongat acompanyat d'elevades temperatures (Espelta, 2004). El foc condiciona les espècies de flora i fauna que poden persistir, l'estructura de l'hàbitat i l'oferta alimentària per a la fauna, i determina mosaics espacials amb

diferents fases de regeneració que, segons l'escala d'espai i de temps entre incendis, poden crear diversitat. En aquest context, el foc ha estat considerat un dels principals factors ecològics que han contribuït a model·lar l'actual riquesa biològica i de paisatges que caracteritza els ecosistemes terrestres mediterranis (vegeu, entre altres, Terradas, 1996). No obstant això, el foc pot també accelerar l'erosió del sòl, ocasionar pèrdues de nutrients en l'ecosistema, afectar negativament espècies poc abundants o de requeriments forestals estrictes i les que no tenen mecanismes adequats de persistència o dispersió, i pot produir una simplificació en la composició i l'estructura de les comunitats.

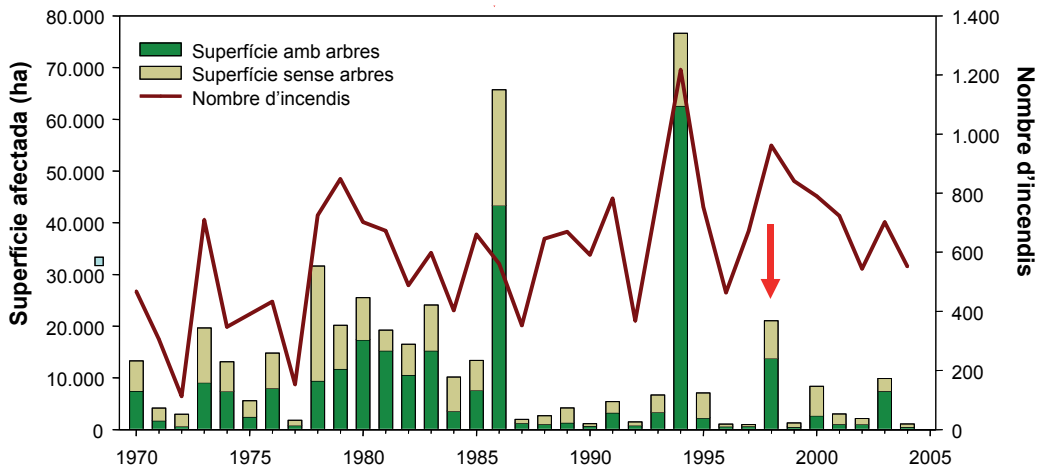


FIGURA 1. Nombre d'incendis i superfície afectada a Catalunya entre els anys 1970 i 2005.

En termes socials i econòmics, els incendis forestals, sobretot els grans incendis, posen en perill vides humanes i propietats i eliminen durant molt de temps les rendes obtingudes del bosc (Espelta *et al.*, 2002).

Un dels objectius centrals de l'ecologia vegetal és esbrinar quins factors controlen la distribució espacial i temporal de les plantes i, per tant, la composició específica de les comunitats, la coexistència o la substitució d'espècies. En aquest sentit, el paper del foc com a factor ecològic que afecta la composició, estructura i dinàmica de les comunitats mediterrànies ha estat un objectiu important de la recerca per part dels ecòlegs (Terradas, 1994; Espelta, 2004). A continuació presentem alguns dels avenços, però també alguns dels nous reptes, als quals s'enfronta la recerca en l'ecologia del foc.

EL FOC, UN FENOMEN ECOLOGIC NATURAL?

Malgrat la consideració del foc com una

pertorbació natural, la incidència del foc ha estat particularment condicionada per una ocupació humana antiga i densa amb una llarga tradició sociocultural de l'ús del foc en nombroses pràctiques agrícoles i ramaderes a tota la conca mediterrània i també a Catalunya. Així, l'home ha modificat des d'antic el règim natural d'incendis, i n'ha incrementat la freqüència d'ignició i propagació en determinats moments històrics d'expansió agrícola i ramadera, però també n'ha reduït la propagació, amb l'extinció activa que es practica actualment. Això fa que sigui impossible conèixer quin seria el règim natural d'incendis forestals sense la influència de l'home i sense tenir en compte altres modificacions que aquest ha introduït, com els canvis en la composició específica i l'estructura dels boscos, la seva extensió i localització actuals i la superposició de les zones urbanitzades i infraestructures.

Arreu del món mediterrani i, per tant, també a Catalunya, l'evolució en el nombre, tipus d'incendis i en la superfície forestal cremada s'ha modificat en els dar-

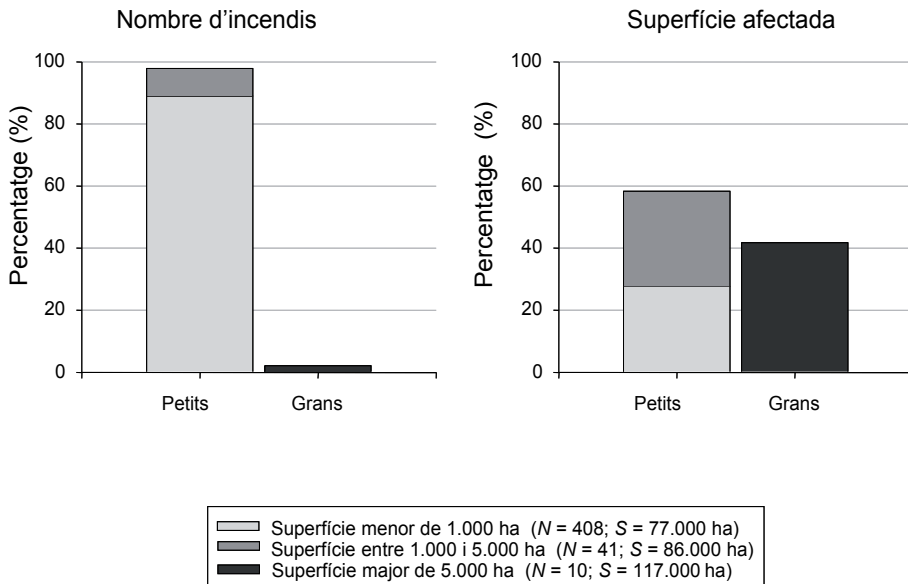


FIGURA 2. Classificació dels incendis en nombre i superfície segons la tipologia.

ners anys de manera important. Tal i com es mostra a la figura 1, el nombre d'incendis a Catalunya presenta, amb algunes oscil·lacions, un creixement sostingut i important. Així, per exemple, mentre que la mitjana anual d'incendis a la dècada dels setanta era de tres-cents, s'ha passat a més de sis-cents els anys noranta. Aquest fenomen pot atribuir-se a diferents factors: l'abandonament de les activitats rurals i l'acumulació consegüent de combustible, la freqüentació major de les zones forestals (molt més accessibles actualment), la proliferació d'infraestructures als boscos i al seu entorn, com carreteres, urbanitzacions o línies elèctriques. Tots aquests factors afavoreixen un risc d'ignició elevat. No obstant això, també cal fer esment d'un increment en les condicions meteorològiques més propícies al risc d'incendis. En aquest sentit, s'ha detectat un increment espectacular en el nombre de dies amb un elevat índex de risc d'incendi a partir del període 1975-1980 (Piñol *et al.*, 1998). Aquest augment en el nombre de dies extremadament càlids i secs podria indicar una tendència

més global de canvi del clima en aquesta direcció.

Pel que fa a les superfícies forestals cremades anualment, podem observar com existeix una gran variabilitat entre anys. Malgrat que la mitjana de superfície cremada per any a Catalunya se situa al voltant de 9.000 ha, al costat d'anys molt favorables amb escassa superfície afectada (menys de 2.000-3.000 ha), com el període 1987-1993, es troben anys catastròfics com l'any 1978, 1986, o el 1994, quan en un sol any la superfície cremada va superar les 60.000 ha. Aquesta heterogeneïtat en el temps obeeix a l'aparició en anys puntuals de situacions meteorològiques extremes (p. ex., la sequera de l'any 1994) que incrementen el risc d'ignició i afavoreixen la propagació d'incendis forestals de gran intensitat i superfície. Els grans incendis representen en el període 1975-1998 tan sols un 0,32 % del total de focs produïts però són els responsables de més del 60 % de la superfície forestal cremada (vegeu la figura 2). Els grans incendis presenten algunes característiques que els fan especialment preocupants. Gene-

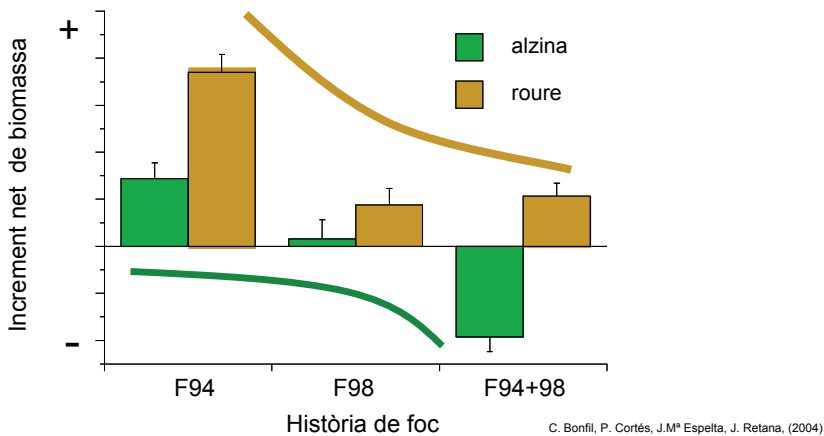


FIGURA 3. Recuperació de la biomassa en el procés de rebrotada de dues espècies típicament mediterrànies, alzina (*Quercus ilex*) i roure (*Quercus humilis*), en relació amb la història de focs. F94: individus afectats per un incendi l'any 1994; F98: individus afectats per un incendi l'any 1998; F94+98: individus afectats per dos incendis l'any 1994 i el 1998. Valors negatius en l'increment de biomassa indiquen valors inferiors als esperats segons la mida dels individus prèvia a la pertorbació (Bonfil *et al.*, 2004).

ralment es tracta d'incendis massius i amb una gran intensitat, cosa que fa que la destrucció de la vegetació sigui pràcticament total; poques vegades resten «illes verdes» o fins i tot arbres mig vius a l'interior de la zona cremada. A causa de la seva magnitud, la relació entre la superfície cremada i el perímetre de l'incendi esdevé molt gran. Aquest fet pot tenir conseqüències molt negatives i agreujar aquells processos físics o biològics que depenen de l'àrea, com: *a)* incrementar el risc d'erosió, *b)* retardar la regeneració de la zona cremada en dificultar l'arribada de propàguls des del perímetre exterior i *c)* disminuir la diversitat biològica i paisatgística (Rodrigo *et al.*, 2004). Tot i que apagar els incendis sembla l'element central de control d'aquests tipus de perturbacions, cal valorar les conseqüències que tindria basar-se en aquesta única estratègia si no es complementa amb una gestió del combustible vegetal. Com més eficaços som evitant i apagant incendis petits o mitjans més afavorim, a mig termini i si no comptem amb l'esmentada gestió dels boscos, les

condicions de continuïtat i acumulació de biomassa perquè en el futur es pugui produir un incendi devastador, coincidint amb una situació d'especial risc meteorològic o de multiplicitat d'incendis en un mateix moment. Aquesta paradoxa és el que es coneix com a *paradoxa de l'extinció* (Minnich i Chou, 1997).

EL SISTEMES MEDITERRANIS SÓN RESILIENTS?

Un dels atributs més evidents entre les espècies de l'àrea mediterrània, tot i que no exclusiu, són els diferents mecanismes de regeneració (rebrotada o bancs de llavors protegides del foc) que presenten en resposta a perturbacions com els incendis. L'observació, a començaments dels anys setanta, que la dinàmica de la regeneració natural després dels incendis en sistemes mediterranis de Califòrnia (*chaparral*) era diferent d'altres models de successió secundària va donar origen a encunyar el terme *autosuccessió* per descriure el procés de recuperació d'aquestes comunitats (Hanes, 1971). Aquest concepte nou feia èmfasi en el manteniment de la composició específica de la comunitat abans i després del foc, la manca de colonització per part d'espècies noves, així com la ràpida recuperació de les propietats estructurals prèvies (p. ex., el recobriment), en contrast amb el patró continu de colonització i extinció d'espècies en diferents etapes que caracteritza la successió secundària d'altres sistemes (p. ex., la successió en camps abandonats). L'observació de processos similars en formacions vegetals de la conca mediterrània (p. ex., garrigues a Catalunya i el sud de França) i en altres sistemes mediterranis del món (p. ex., Austràlia, Sud-àfrica) va expandir l'aplicació d'aquest concepte per descriure la resposta de les comunitats mediterrànies al foc.

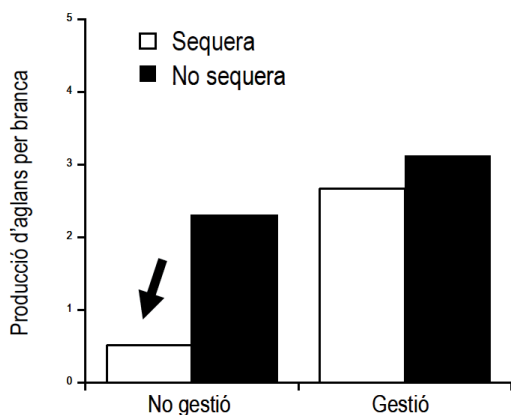


FIGURA 4. Producció d'agllans per branca en alzines (*Quercus ilex*) sotmeses a una sequera induïda (reducció de la precipitació en un 10 %) o no, en funció que es trobin en un lloc gestionat o no gestionat. Noteu els efectes positius de la gestió forestal sobre la producció de gllans en els arbres sotmesos a sequera.

Malgrat que és cert que la recuperació d'algunes comunitats mediterrànies després del foc té força èxit, no és possible generalitzar aquest patró a tot tipus d'espècies, comunitats o situacions postincendi. Hi ha espècies que no presenten mecanismes eficients de regeneració després del foc i fins i tot en les que tenen mecanismes eficaços de resposta, factors com la intensitat de l'incendi, la topografia, el sòl, la meteorologia o bé la interacció dels herbívors o plagues, poden condicionar la direcció, la velocitat i l'èxit de la regeneració natural. Així, entre les plantes amb capacitat de rebrotar, el foc pot produir la mortalitat d'individus, i això depèn de diferents factors com són: *a*) el grau de sensibilitat de les espècies afectades, *b*) la intensitat o recurrència del foc (vegeu la figura 3), *c*) les condicions edàfiques i topogràfiques, *d*) la climatologia després de l'incendi i *e*) característiques com la mida o l'edat dels individus afectats (vegeu, entre altres, Bonfil *et al.*, 2004). Pel que fa a les espècies que mantenen llavors en estructures protegides del foc, l'èxit de la seva regeneració després del foc pot dependre de: *a*) la capacitat i precocitat en la producció de llavors prèvia de cada espècie, *b*) l'estacionalitat en la seva producció i *c*) la longevitat de les llavors (vegeu, entre altres, Verkaik i Espelta, 2006). En la resta d'espècies arbòries, sense capacitat de rebrotar, la colonització de la zona cremada dependrà de l'arribada de llavors des d'alguns individus aïllats supervivents a l'incendi («illes verdes») o des del límit d'aquest.

I EL CANVI CLIMÀTIC?

L'increment de la temperatura local i general en els propers anys és un dels efectes establert més clarament pels científics en el marc del canvi climàtic. Aquest increment no tindrà la mateixa incidència en les diferents zones del món, i l'àrea mediterrània

és una de les més afectades (amb un augment entre 2,1° i 4,4° l'any 2080). Resultats recents mostren que en aquesta zona l'augment de temperatura podria estar acompanyat d'una reducció de la precipitació, sobretot a l'estiu, entre el 14 % i el 27 %. Òbviament, aquests canvis incidiran notablement en tots els processos metabòlics (fotosíntesi, respiració, descomposició de la matèria orgànica) que estan influïts per la temperatura i la precipitació. A banda, un augment de la temperatura i una menor precipitació poden incrementar el risc i l'extensió dels incendis forestals. Tots aquests processos poden induir a un canvi en l'estructura i composició dels nostres boscos. Així es preveu una acumulació major de necromassa en els boscos, o bé que zones extenses actualment arbrades siguin substituïdes per matollars. En aquest context, un dels principals reptes dels científics i gestors és valorar fins a quin punt la gestió forestal pot mitigar aquests efectes del canvi climàtic. Així, s'han posat en marxa tant a Catalunya com en diferents països de la conca mediterrània diferents estudis dirigits a avaluar fins a quin punt els canvis en la densitat i estructura dels boscos induïts per la gestió silvícola poden reduir o mitigar els efectes de la sequera. Els primers resultats obtinguts demostren que pràctiques com les aclarides destinades a disminuir la densitat en pinedes de pi blanc o bé aclarides de rebrots en boscos de rebrot d'alzina i roure poden millorar el creixement i la capacitat reproductiva (vegeu la figura 4) en aquestes condicions d'estrès ambiental major. Cal, però, valorar si aquests efectes poden perdurar en el temps, més enllà dels primers anys de la seva aplicació, així com el seu efecte en altres components (p. ex., fauna) d'aquests ecosistemes.

CONCLUSIONS

El foc és un factor ecològic natural, però no el règim d'incendis. Aquest règim es caracteritza actualment per un increment en el nombre d'incendis, en la seva freqüència i, puntualment, per la reiteració de grans incendis forestals. El sistema mediterrani són força resilients al foc, malgrat que no és possible generalitzar aquest patró a tot tipus d'espècies, comunitats o situacions post-incendi. A més, fins i tot les espècies que presenten mecanismes de regeneració, com la rebrotada o el manteniment d'un banc de llavors protegides del foc, que li permeten recuperar-se d'aquesta pertorbació, poden veure's severament afectades si augmenta la freqüència, intensitat o la grandària dels incendis. L'increment en la temperatura i la disminució en la disponibilitat hídrica que es pot produir en el marc del canvi climàtic pot augmentar el nombre d'incendis, la seva severitat i afeblir la capacitat de resposta dels sistemes mediterranis. Cal, doncs, investigar fins a quin punt diferents estratègies de gestió forestal poden contribuir a mitigar aquests efectes.

BIBLIOGRAFIA

- BONFIL, C.; CORTÉS, P.; ESPELTA, J. M.; RETANA, J. (2004). «The role of disturbance in the co-existence of the evergreen *Quercus ilex* and the deciduous *Quercus cerrifolia*». *Journal of Vegetation Science*, 15: 423-430.
- ESPELTA, J. M. (2004). «Els incendis forestals». A: TERRADAS, J.; RODÀ, F. [ed.]. *Els boscos de Catalunya, estructura, dinàmica i funcionament*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge. (Documents dels Quaderns de Medi Ambient; 11), 123-136.
- ESPELTA, J. M.; RODRIGO, A.; HABROUK, A.; MEGHELLI, N.; ORDÓÑEZ, J. L.; RETANA, J. (2002). «Land use changes, natural regeneration patterns, and restoration practices after a large wildfire in NE Spain: Challenges for fire ecology and landscape restoration». A: TRABAUD, L.; PRODON, R. [ed.]. *Fire and Biological Processes*. Leiden: Backhuys, 315-324.
- HANES, T. L. (1971). «Succession after fire in chaparral of southern California». *Ecological Monographs*, 41: 27-35.
- MINNICH, R. A.; CHOU, Y. H. (1997). «Wildland fire patch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California». *International Journal of Wildlandfire*, 7: 221-248.
- PIÑOL, J.; TERRADAS, J.; LLORET, F. (1998). «Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain». *Climatic Change*, 38: 345-357.
- RODRIGO, A.; RETANA, J.; PICO, F. X. (2004). «Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires». *Ecology*, 85: 716-729.
- TERRADAS, J. (1996). *Ecologia del foc*. Barcelona: Proa.
- VERKAIK, I.; ESPELTA, J. M. (2006). «Post-fire regeneration thinning, cone production, serotiny and regeneration age in *Pinus halepensis*». *Forest, Ecology and Management*, 231: 155-163.