

Avaluació dels impactes provocats per les nevades de l'any 2008 als boscos madurs del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa

SANDRA SAURA-MAS i LLUÍS BENEJAM VIDAL

CEBCAT-La Balca (Centre d'Estudis de Biologia de la Conservació Aquàtica i Terrestre)

Avinguda Pirineus, 5. 17600 Figueres

info@cebcatal-balca.cat

Rebut: 03.12.2010

Acceptat: 22.12.2010

RESUM

A finals de l'any 2008 es va produir una forta nevada a tot Catalunya. A la Garrotxa van quedar afectades unes 15.000 hectàrees de boscos de la comarca entre ells boscos madurs dins del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. En el present treball s'ha estudiat l'afectació d'aquesta nevada a 10 boscos madurs del parc natural (quatre alzinars, tres fagedes i tres boscos de roure pèrol). En cadascun dels boscos s'ha realitzat parcel·les d'estudi per conèixer l'estructura del bosc així com avaluar el grau d'afectació de la nevada. S'han utilitzat models lineals generalitzats per analitzar les dades.

Les quatre espècies arbòries més representatives als boscos madurs han estat afectades en diferents graus, de més a menys afectada: *Quercus ilex*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens* i *Fagus sylvatica*. Aquesta gradació es pot explicar pel caràcter perenne de *Quercus ilex* així com per les característiques fisiològiques de *Fagus sylvatica* (espècie de distribució eurosiberiana i per tant adaptada a pertorbacions atmosfèriques com les nevades). També es van detectar diferents graus d'afectació en funció dels diferents boscos madurs. Els més afectats van ser alzinars, i els menys afectats les fagedes. El DBH no està relacionat amb el grau d'afectació, però sí que ho està significativament l'alçada de l'arbre. Els arbres més alts són els que potencialment poden acumular més neu i per tant, els que acumularan més pes i podran tenir més danys pel que fa al seu brancatge i tronc (aquest resultat és estadísticament significatiu). No s'han trobat diferències significatives de percentatge de mortalitat entre les espècies ni tampoc entre els diferents boscos madurs estudiats.

Es conclou que la nevada va ser una pertorbació de nivell intermedi. Aquesta pertorbació natural no té perquè ser considerada com un efecte negatiu a l'ecosistema, els efectes seran positius per a algunes espècies i processos de l'ecosistema i negatius per a d'altres.

Paraules clau: boscos madurs, alzina, faig, roure, nevada, pertorbació, neu, capçada, forestal, afectació, dany.

ABSTRACT

There was strong a snow storm all over Catalonia in December 2008. Concretely, it affected 15.000 hectares of forests in La Garrotxa region, and some of them were old forests of the Natural Park of Garrotxa's Volcanic Zone. Here, we study the affectation of this snow storm in 10 old forests of this natural park (four *Quercus ilex* forests, three *Fagus sylvatica* forests and three *Quercus robur* forests). We created study plots in each one of these forests in order to know about forest structure as well as to evaluate the affectation level by the snow storm. Generalized linear models were used to analyze the data.

The results indicated that the four most representative tree species of the old forests were affected in different levels. Concretely, from the most to the least affected species, the gradation was: *Quercus ilex*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens* i *Fagus sylvatica*. This gradation can be explained by the fact that *Quercus ilex* is a perennial species and the fact that *Fagus sylvatica* is a species with physiological traits linked to its eurosiberian distribution, so that it might be adapted to atmospheric disturbances

such as snow storms. Moreover, different levels of affectation were detected depending on the old forest type. The most affected were *Quercus ilex* forests, and the least affected were *Fagus sylvatica* forests. Diameter at breast high was not related to affectation level, but it was significantly related to the height of the trees. The tallest trees are the ones that can potentially accumulate more snow in their crown, so that they can accumulate more weight and as a result they might have more broken branches and trunks (this result was statistically significant). There were not significant differences among species, and neither among forests, respect to the mortality percentages.

In conclusion, the 2008 snow storm was an intermediate level disturbance. This natural atmospheric disturbance might not be considered to have negative effects to the ecosystem. In fact, effects might be positive for some species and ecosystem's processes and negative for others.

Key words: old forests, oak, holm oak, beech, forest, snow storm, disturbance, snow, forestry, affectation, damage, crown, branches.

INTRODUCCIÓ

Els boscos madurs de la Garrotxa han estat objecte d'estudi des de fa diversos anys (AGELET & MONTSERRAT, 2004; MONTSERRAT *et al.*, 2008). En aquesta sèrie de projectes s'ha definit bosc madur com aquella massa forestal gairebé gens o poc afectada per les activitats humanes, que presenta característiques de bosc més o menys vell amb un grau de maduresa avançat, amb arbres grans i arbres morts constituint una estructura complexa i biològicament molt rica i estable, d'acord amb les potencialitats del medi en el qual es desenvolupa. Els projectes pel coneixement i protecció dels boscos madurs a la Garrotxa es van iniciar l'any 2000, moment en el qual van tenir lloc les primeres prospeccions. Durant els anys posteriors, sota el recolzament del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa i del Consorci per a la protecció i gestió de l'espai d'interès natural de l'Alta Garrotxa es van fer els primers treballs per situar, valorar i/o caracteritzar les masses forestals madures dins els seus àmbits de gestió. Posteriorment, des de l'Agrupació Naturalista i Ecologista de la Garrotxa, es va completar el catàleg a la resta de la comarca gràcies al suport de la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i a la Fundació Territori i Paisatge. Finalment, els últims anys s'han realitzat diferents treballs de recerca de determinats grups faunístics (ocells i coleòpters saproxílics) i botànics (flora vascular) MONTSERRAT *et al.*, 2008.

A finals de l'any 2008, Catalunya es va veure afectada per importants nevades (SMC, 2009). En el cas de la Garrotxa les nevades van ser molt destacables, concretament, algunes valoracions indiquen que varen quedar afectades unes 15.000 hectàrees de boscos de la comarca, la majoria d'elles situades dins l'àmbit del parc natural. Dins les àrees afectades hi ha diferents tipus de boscos, entre ells, alguns dels boscos madurs del parc natural, boscos amb un alt valor ecològic degut a la seva maduresa i singularitat. Aquest tipus de pertorbació natural no és freqüent ni comú en aquesta zona i per tant és necessari avaluar els impactes provocats per les nevades als boscos madurs del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, ja que aquests són un dels ecosistemes amb més singularitat i valor ecològic de l'espai natural.

L'objectiu principal d'aquest estudi és avaluar els impactes provocats per les nevades de finals de l'any 2008 als boscos madurs del parc natural de la zona volcànica de la Garrotxa.

D'altra banda, aquest treball també té com a objectius més concrets:

- Determinar el grau d'afectació dels boscos madurs degut a les nevades del 2008
- Estudiar possibles relacions del tipus de dany i les propietats forestals dels ecosistemes estudiats
- Estudiar els patrons de regeneració arbòria d'aquests boscos, així com també establir bases metodològiques que permetin poder fer un seguiment a curt-mig plaç sobre els possibles efectes de les nevades en la regeneració d'aquests boscos
- Determinar si l'afectació per les nevades va ser diferent per a diferents espècies arbòries i per als diferents boscos madurs del parc natural i en el cas que es trobin diferències, determinar-ne alguns dels motius.

MATERIAL I MÈTODES

Àmbit d'estudi

El treball s'ha realitzat a 10 dels boscos madurs més representatius, afectats per les nevades del 2008, localitzats dins l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Concretament, han estat tres de roure pèrol, quatre d'alzina i tres de faig (a cadascun se li ha assignat un codi d'identificació). El fet d'haver-hi diferents tipologies de boscos ha permès estudiar els diferents graus d'afectació depenent de les espècies dominants.

Mètode de mostreig

Per tal de poder tenir rèpliques i que així les dades del mostreig resultin més fiables i extrapolables a la resta d'àrea de cada bosc, en cadascun d'aquests boscos es van realitzar tres parcel·les de mostreig de 10 m de radi (WEST, 2004; ABRIL, 2004; CREA, 2000). A cada parcel·la es realitzaven una sèrie de mesures per tal d'obtenir les dades necessàries per aquest estudi, que eren les següents:

Descripció general. S'anotaven observacions d'aspectes generals de la parcel·la així com el pendent, l'orientació, si es veia activitat forestal, algun tipus de gestió, etc.

Recobriments. Es realitzava un anàlisi qualitativa (en %) del recobriment dels diferents estrats (vol, subvol, estrat arbustiu, estrat herbaci, plàntules, molses, fullaraca, sòl nu i roca). Els recobriments ens permeten obtenir una representació numèrica de l'estructura del bosc.

Diversitat. La diversitat s'ha estimat a partir del mètode de *point interception* que implica identificar i registrar les espècies presents cada 0.5 m (herbàcies i llenyoses). Per tal de quantificar la riquesa d'espècies, a més de les espècies interceptades pel mètode de mostreig, també s'han anotat altres espècies que poguessin estar dins la parcel·la de mostreig.

Mesures forestals. Es prenen diferents variables de tots els peus d'espècies arbòries de la parcel·la. Concretament el DBH (diàmetre a l'alçada del pit), l'alçada total, l'alçada a l'inici de capçada (mesurades amb clinòmetre) i el nombre de branques afectades, considerant diferents categories: branques totalment afectades (trencades per la base), mig afectades (trencades només en trams apicals de les branques), seques (branques no funcionals), i no afectades. A més, també s'anotaven els arbres morts, descalçats o prostrats. El percentatge d'afectació és la suma de branques totalment afectades, mig afectades i seques dividit pel total de branques. El percentatge d'afectació sense branques seques és la suma de (branques totalment afectades i mig afectades) dividit pel total de branques. Un arbre mort s'ha considerat 100% afectat. Aquests paràmetres permeten tenir una anàlisi de l'estructura del bosc així com avaluar el grau d'afectació de la nevada.

Anàlisi de dades

Per tal d'esbrinar si hi ha diferències estadísticament significatives d'afectació per la nevada entre els diferents boscos i espècies arbòries més abundants (*Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Quercus robur* i

Fagus sylvatica) s'han analitzat estadísticament els resultats del percentatge d'afectació i del percentatge de mortalitat. Aquestes dues variables no mostren normalitat i per tant s'han analitzat les dades amb models linears generalitzats (GLZM) per a les dues variables numèriques esmentades (s'ha treballat amb els promitjos obtinguts per a cada parcel·la). Primerament s'han analitzat les diferències entre boscos i espècies pel que fa al percentatge d'afectació dels arbres. Aquest model s'ha repetit tenint en compte les covariables DBH, alçada total de l'arbre i alçada de la capçada, per tant, s'han fet tres models diferents, un amb cada covariable. En segon lloc s'ha elaborat el mateix tipus de GLZM però considerant la mortalitat com a variable dependent. Aquests anàlisis s'han dut a terme exclouent les dades dels plançons de totes les espècies.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats sobre l'estat de conservació dels boscos madurs després de les nevades s'ha estructurat a partir d'una fitxa per a cada bosc. A cadascuna de les fitxes s'hi troben els següents apartats: a) localització i descripció general del bosc; b) caracterització de mesures forestals i ecològiques de les parcel·les; c) impactes de la nevada sobre els boscos.

Les fitxes resultants d'aquest treball es poden consultar en el Centre de Documentació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, amb reserva prèvia.

En el present treball presentem els resultats de les comparatives entre els diferents tipus de boscos i espècies d'arbres.

Primerament s'exposen les dades principals obtingudes per a cada tipus de bosc (segons les espècies dominants).

Alzinars

Pel que fa al recobriment, de mitjana, els alzinars estudiats tenen un recobriment del vol del 67%. La mitjana de peus per hectàrea d'adults és de 5674 i per plançons d'aquesta espècie és de 6328. Els peus amb uns DBH més grans han estat dos individus amb DBH de 98 i 93 cm. L'alzinar amb una alçada mitjana més alta ha resultat ser de 9,2 metres.

Fagedes

Pel que fa al recobriment, de mitjana, les fagedes estudiades tenen un recobriment del vol del 92%. La mitjana de peus per hectàrea d'adults de faig és de 1135 i la densitat de plançons per aquesta espècie és

3095. Els dos peus amb uns DBH més grans han estat de 72,30 cm i l'altre de 65,5 cm. La fageda amb una alçada mitjana més alta ha mostrat una mitjana de 15,6 metres.

Rouredes de roure pèrol

Pel que fa al recobriment, de mitjana les rouredes de roure pèrol estudiades tenen un recobriment del vol del 55%. La mitjana de peus per hectàrea d'adults de roure pèrol és de 1747 i la densitat de plançons per aquesta espècie és 50233.

Els peus amb uns DBH més grans han estat tres individus amb DBH de 93, 83,5 i 83 cm. La roureda de roure pèrol amb una alçada mitjana més alta ha resultat ser de 19,2 metres.

Pel que fa a les diferències entre boscos amb diferents espècies arbòries dominants, els anàlisis estadístics indiquen que les quatre espècies arbòries més representatives als boscos madurs de la Garrotxa (*Fagus sylvatica*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Quercus robur*) han estat afectades en diferents graus ($\chi^2=102.2$ i $p<0.001$). Dins d'aquesta gradació, en primer lloc, l'espècie més afectada ha estat *Quercus ilex*, en segon lloc, *Quercus robur* i per últim *Quercus pubescens* i *Fagus sylvatica* respectivament (taula 1).

Espècie	Mitjana	Error
<i>Fagus sylvatica</i>	12,30	0,32
<i>Quercus humilis</i>	11,87	0,46
<i>Quercus ilex</i>	22,27	0,34
<i>Quercus robur</i>	20,51	0,43

Taula 1. Mitjanes marginals del grau d'afectació per cada espècie (amb l'alçada com a covariable).

Així doncs, els resultats mostren clarament que *Quercus ilex* va ser l'espècie amb més afectació a les branques, és a dir, amb més % d'afectació. Aquesta és la única de les quatre espècies estudiades que és perenne, la qual cosa ens indica que aquest factor devia afavorir l'acumulació de neu a la capçada degut a que tenia més superfície de la capçada. Després de *Quercus ilex*, apareixen les tres espècies caducifòlies, amb uns valors d'afectació més baixos. D'aquestes, el que té uns valors menors és *Quercus pubescens*, que sovint ha estat una espècie més aviat trobada al subvol i que per tant probablement estava més a recer durant les nevades. La menys afectada ha estat *Fagus sylvatica*, una espècie de distribució eurosiberiana adaptada a perturbacions atmosfèriques com les nevades i les baixes temperatures, i per tant no és d'estranyar que sigui l'espècie menys afectada. És important destacar que aquestes diferències entre aquestes quatre espècies

no son qualitatives d'observacions al camp sinó que estan recolzades per resultats estadístics significatius ($p<0.05$).

Pel que fa als resultats dels boscos, aquests també van mostrar diferències estadísticament significatives entre ells ($\chi^2=5184.8$ $p<0.001$). Els més afectats van ser alzinars, especialment dos dels alzinars estudiats menys antropitzats i situats en zones de pendents pronunciats (els dos boscos tenen els codis A15 i A17). A més, a la figura 1 es pot veure que són els boscos amb arbres més alts i també amb capçades més allargades, ja que tenen valors baixos d'inici de la capçada. Aquest fet està en consonància també amb els resultats del GLZM ja que indica una relació significativa entre l'afectació i l'alçada total i d'inici de la capçada de l'arbre.

Els boscos de *Quercus robur* no van mostrar tantes diferències entre ells, tot i que el bosc madur RP2 va ser el menys afectat dels tres estudiats (respecte a la massa arbòria de les quatre espècies estudiades en la comparativa). Això pot ser degut a la seva posició en un indret sense pendent i amb poca densitat d'arbres.

Dels boscos madurs de *Fagus sylvatica*, tot i ser els que presenten menors valors d'afectació, dels tres estudiats, el més afectat per la nevada va ser ell bosc amb els faigs més alts.

En general, el DBH no sembla estar relacionat amb el grau d'afectació, però sí que ho està significativament l'alçada de l'arbre ($\chi^2=117.36$ i $p<0.001$). Aquest patró s'ha vist clar, per exemple, en fagedes i alzinars. Els arbres més alts són els que potencialment poden acumular més neu i per tant, els que acumularan més pes i podran tenir més danys pel que fa al seu brancatge i tronc.

Cal afegir que no s'han trobat diferències significatives de percentatge de mortalitat entre les espècies ni tampoc entre els diferents boscos madurs estudiats. Per tant, podem concloure que tot i que hi ha hagut

Codi bosc	Mitjana	Error
A14	4,02	0,50
A15	35,86	0,59
A16	14,92	0,45
A17	31,46	0,48
F11	10,75	0,48
F13	6,34	0,48
FF	23,17	0,71
RP1	18,14	0,81
RP2	9,78	0,50
RP3	12,91	0,60

Taula 2. Mitjanes marginals del grau d'afectació per a cada bosc (amb l'alçada com a covariable). Els topònims dels boscos s'han canviat per codis per raons de confidencialitat i seguretat.

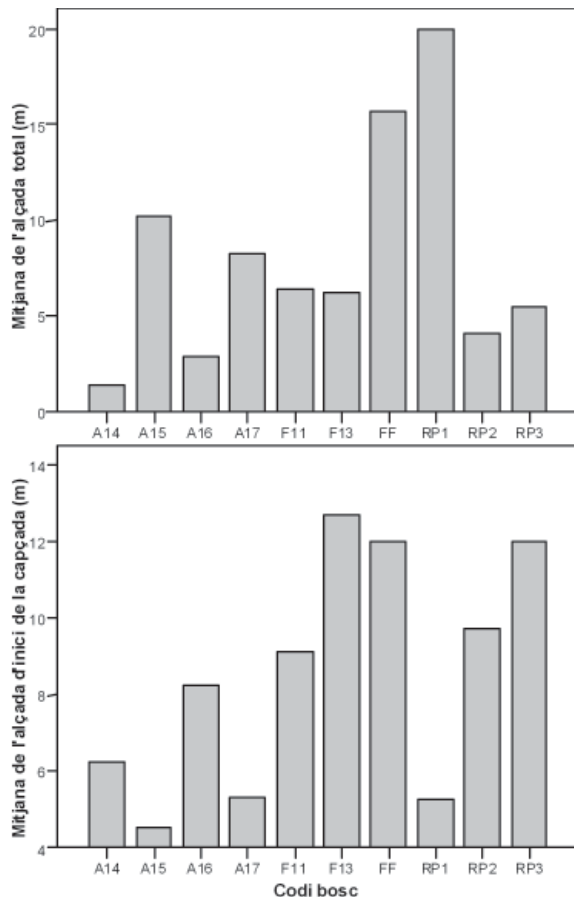


Figura 1. Representació, per cada bosc, de la mitjana d'alçades totals i la mitjana de l'alçada de l'inici de la capçada.

cert percentatge de mortalitat d'arbres degut a la nevada, no sembla que hagi produït més baixes en un tipus de bosc que en un altre ni entre espècies arbòries diferents. Aquest fet coincideix amb la impressió que vam tenir durant els mostrejos, ja que s'observaven brançatges afectats, però no un elevat nombre d'individus morts per aquesta pertorbació.

Ens trobem doncs, davant d'una pertorbació probablement de nivell intermedi. La teoria ecològica diu que és en graus de pertorbació intermèdia on trobem valors de riquesa d'espècies majors (BEGON *et al.* 2006). Així doncs, aquesta pertorbació natural no té perquè ser considerada com un efecte negatiu a l'ecosistema, sinó com un fenomen natural que permet *gaps* al sistema i per tant una certa regeneració i mosaic de successions i microhàbitats diferents dins del bosc.

Pel que fa a la gestió, en principi, les branques afectades no és necessari que siguin retirades ni tallades des d'un punt de vista ecològic, ja que poden aportar nutrients al sòl i hàbitats i aliment per a organismes descomponedors. D'altra banda, des d'un punt de vista d'ús públic, pot ser perillós deixar

alguns brançatges caiguts tal i com estan en certs boscos. Així doncs, l'objectiu de gestió que es vulgui donar als boscos determinarà si cal fer-hi certes accions o no. És recomanable fer un cert seguiment dels boscos per tal d'assegurar que la fusta morta no pugui causar plagues que puguin afectar a la viabilitat dels boscos, tot i que és una situació molt improbable, actualment, amb les plagues que es coneixen en aquests tipus d'ecosistemes.

CONCLUSIONS

Les quatre espècies arbòries més abundants als boscos madurs han estat afectades en diferents graus. Dins d'aquesta gradació, en primer lloc, l'espècie més afectada ha estat *Quercus ilex*, en segon lloc, *Quercus robur* i per últim *Quercus pubescens* i *Fagus sylvatica*, respectivament. Aquest fet és degut a que *Quercus ilex* és la única d'aquestes espècies que és perenne, la qual cosa ens indica que aquest factor devia afavorir l'acumulació de neu a la capçada degut a que tenia més superfície de la copa. L'espècie menys afectada ha estat *Fagus sylvatica* aquest fet és degut a que és una espècie de distribució eurosiberiana adaptada a pertorbacions atmosfèriques com les nevades.

Els boscos també van tenir diferents graus d'afectació. Els més afectats van ser alzinars, i els menys afectats les fagedes.

El DBH no sembla estar relacionat amb el grau d'afectació, però sí que ho està significativament l'alçada de l'arbre. Els arbres més alts són els que potencialment poden acumular més neu i per tant, els que acumularan més pes i podran tenir més danys pel que fa al seu brançatge i tronc.

No s'han trobat diferències significatives de percentatge de mortalitat entre les espècies ni tampoc entre els diferents boscos madurs estudiats. Una vegada analitzats tots els resultats es conclou que la nevada va ser una pertorbació de nivell intermedi. Aquesta pertorbació natural no té perquè ser considerada com un efecte negatiu per l'ecosistema.

AGRAÏMENTS

Volem agrair al personal del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa la seva ajuda durant tot l'estudi, especialment la supervisió d'en Joan Montserrat.

Projecte encarregat del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, i desenvolupat i executat pel CEBCAT - La Balca (Centre d'Estudis de Biologia de la Conservació Aquàtica i Terrestre).

Bibliografia

ABRIL, M.; BARRANTES, O.; BURRIEL, J.A.; IBÁÑEZ, J.J.; MATA, T. & VAYREDA, J. 2004. Mètodes. Sistema d'informació dels boscos de Catalunya. Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

AGELET, A. & MONTSERRAT, J. 2004. Situació, delimitació i paràmetres de valoració dels boscos madurs al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Inèdit.

MONTSERRAT, J.; AGELET, A.; ARTOLA, A.; FABREGÓ, J.; PULIDO, A.; BÉJAR, X.; CAMÓS, I.; OLIVER, X. & NEBOT, J. 2008. Revalorització i protecció dels boscos madurs de la Garrotxa. Agrupació Naturalista i Ecologista de la Garrotxa i Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Inèdit.

Begon, M.; Townsend, C.R., Harper, J.L. 2006.

Ecology: from individuals to ecosystems (4th ed.). Malden, MA: Blackwell Pub.

CREAF 2009. Els alzinars. *Manuals de gestió d'hàbitats*. Diputació de Girona i Obra social "la Caixa".

WEST, P.W. 2004. *Tree and forest measurements*. Editorial Springer.

SMC, 2009. Servei Meteorològic de Catalunya. <http://www.meteo.cat>