
Efecte de la gestió forestal postincendi en l'avifauna de les àrees cremades a Sant Llorenç l'any 2003

Sergi Herrando
i Sergi Sales

Institut Català d'Ornitologia

Resum

L'agost del 2003 un gran incendi forestal va afectar més de 5.000 ha del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. L'objectiu d'aquest estudi és aprofundir en els efectes de la gestió forestal postincendi sobre la comunitat d'ocells nidificants i conèixer l'efecte de la tallada dels arbres cremats, de l'amuntegament de troncs i branques, així com de l'extracció de tot aquest material.

Es van realitzar censos d'ocells en 51 estacions i es van fer mesures per caracteritzar l'hàbitat, fent un especial èmfasi en l'obtenció de dades sobre la gestió postincendi. Tant la riquesa com l'abundància d'ocells es van relacionar positivament amb la cobertura de la vegetació viva, un resultat concordant amb la resta d'estudis sobre foc i ocells. El més interessant i novedós és que, controlant l'efecte d'aquestes variables, la quantitat de material tallat i dipositat al terra va influenciar en la riquesa i l'abundància d'ocells. Pel que fa referència a l'abundància d'ocells, aquesta va incrementar de forma directament proporcional al branquisme i troncs dipositats al terra, però aquest efecte només es produïa fins a un cert punt, a partir del qual un increment de restes dels arbres tallats determinava una disminució de l'abundància. Aquest efecte de tipus quadràtic sobre l'abundància es va donar de forma similar tant si el branquisme estava amuntegat com si no. Pel que fa a la riquesa d'espècies, el patró va ser el mateix però només es va detectar en relació amb els arbres tallats i deixats a terra sense trossejar i amuntegar, sense que es detectés cap efecte significatiu respecte als munts de troncs i branques. Els resultats d'aquest estudi mostren que l'avifauna és molt sensible a la gestió forestal postincendi i que, si bé una aportació moderada de fustes al terra ha de ser considerada positiva, acumulacions més destacades resulten clarament perjudicials per al conjunt de la comunitat ornítica.

Paraules clau

Gestió forestal, ocells, incendi, foc

Resumen

Efecto de la gestión forestal postincendio en la avifauna de las áreas quemadas en Sant Llorenç en el año 2003

En el mes de agosto de 2003 un gran incendio forestal afectó más de 5.000 ha del Parque Natural de Sant Llorenç del Munt y l'Obac. El

objetivo de este estudio es profundizar en los efectos de la gestión forestal postincendio sobre la comunidad de aves nidificantes y conocer el efecto de la tala de los árboles quemados, del amontonamiento de troncos y ramas, así como de la extracción de todo este material.

Se realizaron censos de aves en 51 estaciones y se hicieron mediciones para caracterizar el hábitat, haciendo un especial énfasis en la obtención de datos sobre la gestión postincendio. Tanto la riqueza como la abundancia de aves se relacionaron positivamente con la cobertura de la vegetación viva, un resultado concordante con el resto de estudios sobre el fuego y las aves. Lo más interesante y novedoso es que, controlando el efecto de estas variables, la cantidad de material cortado y depositado en el suelo influyó en la riqueza y la abundancia de aves. En relación con la abundancia de aves, ésta incrementó a medida que lo hacía el ramaje y los troncos depositados en el suelo, pero este efecto sólo se producía hasta un cierto punto, a partir del cual un incremento de restos de los árboles talados determinaba una reducción de la abundancia. Este efecto de tipo cuadrático sobre la abundancia se dio de forma similar tanto si el ramaje estaba amontonado como si no. En relación con la riqueza de especies, el patrón fue el mismo pero sólo se detectó en relación con los árboles talados y dejados en el suelo sin trocear y amontonar, sin que se detectara ningún efecto significativo respecto a los amontonamientos de troncos y ramas. Los resultados de este estudio muestran que la avifauna es muy sensible a la gestión forestal postincendio y que, si bien una aportación moderada de ramas y troncos al suelo ha de ser considerada positiva, acumulaciones más destacadas resultan claramente perjudiciales para el conjunto de la comunidad ornítica.

Parabras clave

Gestió forestal, aves, incendi, foc

Abstract

Effect of forest management after the fire on the bird fauna of the areas burnt in Sant Llorenç in 2003

In August 2003 a large forest fire affected over 5,000 ha of the Sant Llorenç del Munt i l'Obac nature reserve and nearby zones. The aim of this study is to look deeper into the effects of forest management after the fire on the nesting bird community and, more specifically, discover the effect of the cutting down of the burnt trees, the piling up of trunks and branches, as well as the extraction of all that material from the zone.

Occasional censuses of birds were taken at 51 stations and various measurements were taken to characterise the habitat, placing special emphasis on the obtaining of data about the management after the fire. Both the wealth and the abundance of birds were related positively to the living plant cover, a result that was consistent with the other studies of fire and birds. The most interesting and newest feature of the work is that, by controlling the effect of these structural variables, the amount of material cut down and placed on the ground clearly influenced the wealth and the abundance of birds. The abundance increased in direct proportion to the branches and trunks placed on the ground, but that effect only occurred up to a certain point, after which an increase in the remains of cut down trees brought about a reduction of abundance. That quadratic effect on abundance occurred similarly whether the branches were piled up or not, i.e., cut and left on the ground anyhow. In terms of the wealth of species, the pattern was the same, but was only detected in relation to the trees cut down and left on the ground without cutting and piling up, and no significant effect was detected concerning the piles of trunks and branches. The results of this study show that the bird fauna is highly sensitive to forest management after a fire and, whereas a small amount of wood left on the ground must be considered positive, larger accumulations are clearly prejudicial to the bird community as a whole.

Keywords

Forest management, birds, fire

Introducció

El 10 d'agost de 2003 un gran incendi forestal afectava el sector oriental del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac i àrees properes. En total més de 5.000 ha, la major part (4.503 ha) constituïdes per boscos de pi blanc, pi roig, pinassa i alzina van quedar calcinades. La modificació del paisatge havia estat molt dràstica i una gran massa forestal s'havia convertit en una extensió cremada. Ben aviat es va iniciar l'extracció de la fusta comercial i a principi del 2005 l'estructura forestal morta havia pràcticament desaparegut. L'hàbitat s'havia convertit en una massa heterogènia d'arbusts i arbres rebrotant o germinant i restes de branques i troncs més o menys agrupats.

La successió de la comunitat d'ocells després dels incendis forestals a l'àrea mediterrània ha estat una font d'inspiració per a molts estudis en les darreres dues dècades (PRODON *et al.*, 1987; PONS, 1996; HERRANDO, 2001). La major part d'aquests treballs han incidit especialment en els patrons temporals i espacials que es produeixen els anys següents al pas del foc quant a composició de les comunitats d'ocells, però en general s'han abordat de forma parcial els efectes de la gestió postincendi de les àrees forestals cremades. El treball de Llimona *et al.*, (1993), però, esdevé una remarcable excepció, ja que analitza amb profunditat els efectes de l'extracció dels troncs cremats després del gran incendi forestal que es va produir a la muntanya de Montserrat l'any 1986. Aquests autors mostren una marcada disminució en la riquesa i abundància d'ocells forestals un cop s'extreu els arbres; un impacte superior, fins i tot, al del pas del foc mateix. Aquests efectes negatius de l'eliminació dels arbres cremats sobre els ocells també s'han trobat de forma evident en boscos de Nord-Amèrica, on la comunitat d'ocells que s'alimenta i nidifica en arbres és particularment rica (HUTTO, 1995; NAPPI *et al.*, 2003).

Tot i que aquest bagatge científic deixa bastant clar que l'avifauna forestal rep un impacte molt negatiu de l'extracció dels arbres morts, encara desconexim en gran mesura els efectes de la gestió forestal en aquests boscos cremats sobre els ocells. En concret, aquest treball pretén determinar com respon l'avifauna a la quantitat d'arbres tallats i al seu processament posterior, el qual, bàsicament, consisteix en l'extracció de la fusta d'interès comercial de la zona per al seu aprofitament industrial o, simplement, la tala dels arbres sense cap mena de tractament ni extracció posterior.

Metodologia

Durant els mesos de maig i juny del 2005 es van establir 51 estacions de cens de l'avifauna dins la zona afectada per l'incendi del 2003, prioritàriament dins l'àmbit del parc natural. Atès que la major part de la zona arbrada afectada pel foc ja havia estat tallada en el moment de realitzar la feina de camp, també es va prioritzar la localització de les estacions allà on encara hi hagués arbres sense tallar, maximitzant així la diversitat de tipologies de gestió en la nostra mostra. D'altra banda, i a remolc d'una activitat forestal plenament activa (i incontrolable des del punt de vista de l'estudi) en el moment de fer els censos, es va decidir fer una sola visita a cadascuna de les estacions (1 sola rèplica).

En cadascuna de les 51 estacions es van fer censos puntuals d'ocells seguint les pautes metodològiques habituals en aquests casos (BIBBY *et al.*, 2000). En aquest estudi concret, però, es va optar per fer dos censos de 5 minuts consecutius però independents entre si, i per a cada espècie es va utilitzar el valor màxim entre els dos censos com el millor estimador de la seva abundància. Els ocells detectats es van distribuir en bandes de comptatge i finalment es van utilitzar només els contactes realitzats a menys de 100 m de distància de l'observador.

En aquestes mateixes estacions es va procedir, un cop fets els dos censos consecutius, a fer una avaluació de l'estructura de la vegetació seguint els criteris proposats per Prodon i Lebreton (1981). Seguint aquest procediment es va estimar el percentatge de recobriment vegetal de diverses capes horitzontals de vegetació (0-0,25 m, 0,25-0,5 m, 0,50-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4-8 m, 8-16 m), a més de la capa de sòl nu, en un radi aproximat de 100 al voltant del punt de cens d'ocells; la mateixa distància màxima d'inclusió dels ocells en el cens. Es va aplicar una anàlisi de components principals (PCA) a les variables estructurals obtingudes al camp utilitzant la rotació *Varimax normalised*, per reduir la multicolinearietat en les anàlisis multivariants en què s'utilitzen aquestes variables com a predictores. També es va estimar la cobertura de la fusta morta tallada seguint el mateix procediment utilitzat per als percentatges de recobriment esmentats. En concret, es van estimar dues variables: cobertura de branques estès a terra sense cap tipus d'apilament, és a dir, arbres tallats i caiguts sense cap altra tractament afegit (tallat) i cobertura de branques trosejats i amuntats en piles (munts).

Totes les variables ambientals, tant les relacionades amb els ocells com amb l'estructura de la vegetació van ser preses per un mateix observador per evitar biaixos interpersonals. Finalment, l'estació va ser georeferenciada (altitud i coordenades UTM X i Y) mitjançant GPS. Amb l'objectiu de trobar les relacions entre la riquesa i abundància d'ocells i les variables ambientals es van utilitzar models lineals generalitzats (McCULAGH i NELDER, 1983). Totes les anàlisis es van realitzar amb el programa Statistica Statsoft, Inc. 1999 (vegeu la figura 1).

Resultats

En total es van detectar 68 espècies d'ocells (taula 1), les més abundants de les quals amb prou feines sobrepassaven els 0,5 contactes/estació (fig. 2). Les úniques 5 espècies que tenien una abundància relativa superior a aquest valor van ser el cotolliu *Lullula arborea*, el tallarol de garriga *Sylvia cantillans*, el cargolet *Troglodytes troglodytes*, el tallarol capnegre *Sylvia melanocephala* i la tallareta cuallarga *Sylvia undata*. En conjunt, es va detectar un bon nombre d'espècies forestals i pròpies de llocs oberts i en algun cas, com ara la oreneta cua-rogenca *Hirundo daurica*, es van trobar les primeres evidències de reproducció possible conegudes.

El recobriment vegetal va mostrar el patró habitual de les zones recentment afectades pel foc, amb un màxim d'entre 0,25 i 0,50 m que correspon a l'estrat herbaci i arbustiu baix (fig. 3). La corba de recobriment va mostrar també un petit repunt a l'alça en la categoria 4-8 m, coincidint amb l'escàs recobriment arbori en forma, essencialment, de branques

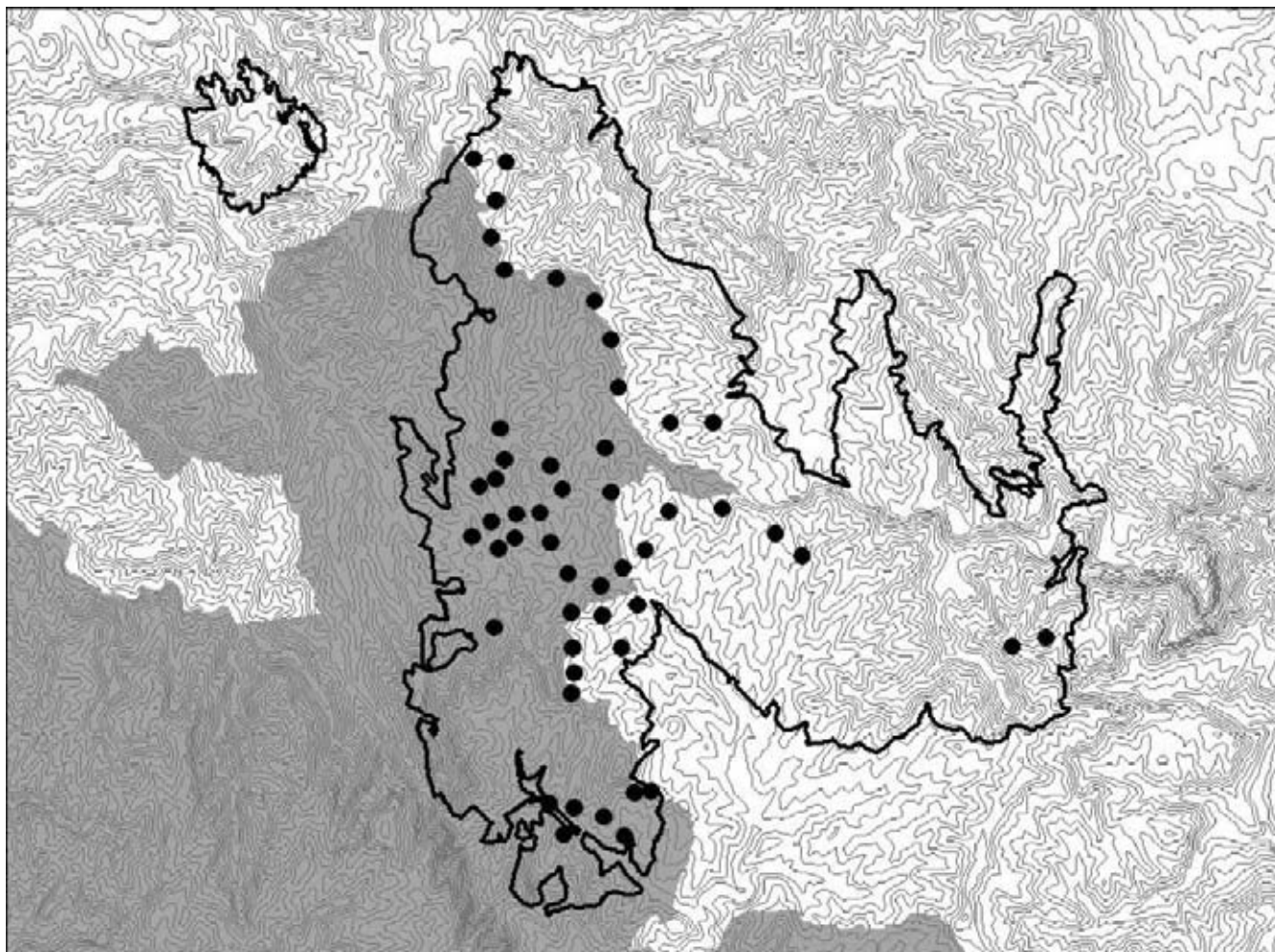


Figura 1. Localització de les 51 estacions de cens d'ocells (punts) a la zona afectada pel foc del 2003. El perímetre de l'incendi està senyalitzat amb una línia i el parc natural es mostra en un to més fosc a l'esquerra de la imatge.

mortes. Per al conjunt de la mostra obtinguda, el recobriment de restes d'arbres tallats i deixats a terra va ser sempre baix (fig. 4), especialment en el cas dels munts. De fet, només el 32% de les estacions tenien algun recobriment de munts (rang 1-10%), mentre que el 86% de les estacions tenien algun recobriment de tallat (rang 1-20%).

L'anàlisi de components principals (PCA) va mostrar 3 factors amb valors propis >1 (taula 2). F₁ va estar negativament correlacionat amb el percentatge de recobriment arbustiu alt (>2 m) i arbori (4-16 m). F₂ va estar negativament correlacionat amb el percentatge de recobriment del sòl nu i el de petites herbes i arbusts (0-0,25 m) i positiva-

Taula 1. Espècies d'ocells detectades a la zona (n = 51 estacions) durant aquest estudi.

<i>Accipiter nisus</i>	<i>Dendrocopos major</i>	<i>Luscinia megarhynchos</i>	<i>Phylloscopus bonelli</i>
<i>Alectoris rufa</i>	<i>Emberiza cia</i>	<i>Merops apiaster</i>	<i>Picus viridis</i>
<i>Anthus campestris</i>	<i>Emberiza cirius</i>	<i>Monticola solitarius</i>	<i>Regulus ignicapilla</i>
<i>Apus apus</i>	<i>Erithacus rubecula</i>	<i>Motacilla alba</i>	<i>Saxicola torquatus</i>
<i>Apus melba</i>	<i>Falco peregrinus</i>	<i>Motacilla cinerea</i>	<i>Serinus serinus</i>
<i>Buteo buteo</i>	<i>Falco tinnunculus</i>	<i>Oenanthe hispanica</i>	<i>Strix aluco</i>
<i>Caprimulgus europaeus</i>	<i>Fringilla coelebs</i>	<i>Oriolus oriolus</i>	<i>Streptopelia turtur</i>
<i>Carduelis cannabina</i>	<i>Galerida cristata</i>	<i>Parus ater</i>	<i>Sturnus vulgaris</i>
<i>Carduelis carduelis</i>	<i>Garrulus glandarius</i>	<i>Parus ater</i>	<i>Sylvia atricapilla</i>
<i>Carduelis chloris</i>	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	<i>parus cristatus</i>	<i>Sylvia cantillans</i>
<i>Certhia brachydactyla</i>	<i>Hippolais polyglotta</i>	<i>Parus major</i>	<i>Sylvia melanocephala</i>
<i>Circaetus gallicus</i>	<i>Hirundo daurica</i>	<i>Passer domesticus</i>	<i>Sylvia undata</i>
<i>Columba palumbus</i>	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Passer montanus</i>	<i>Troglodytes troglodytes</i>
<i>Corvus corax</i>	<i>Jynx torquilla</i>	<i>Pernis apivorus</i>	<i>Turdus merula</i>
<i>Corvus corone</i>	<i>Lanius meridionalis</i>	<i>Petronia petronia</i>	<i>Turdus philomelos</i>
<i>Cuculus canorus</i>	<i>Loxia curvirostra</i>	<i>Phasianus colchicus</i>	<i>Turdus viscivorus</i>
<i>Delichon urbicum</i>	<i>Lullula arborea</i>	<i>Phoenicurus ochruros</i>	<i>Upupa epops</i>

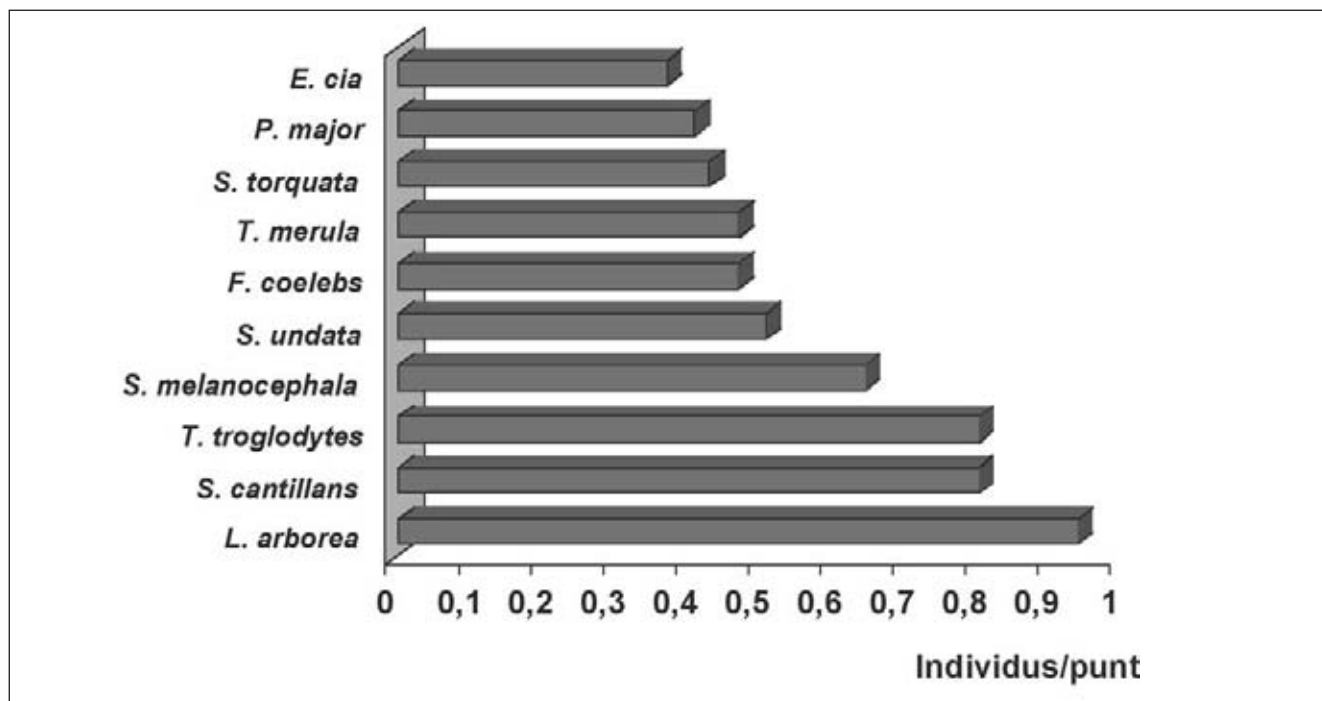


Figura 2. Abundància relativa (en individus detectats per punt d'escolta) de les 10 espècies d'ocells més abundants a la zona afectada per l'incendi de l'any 2003.

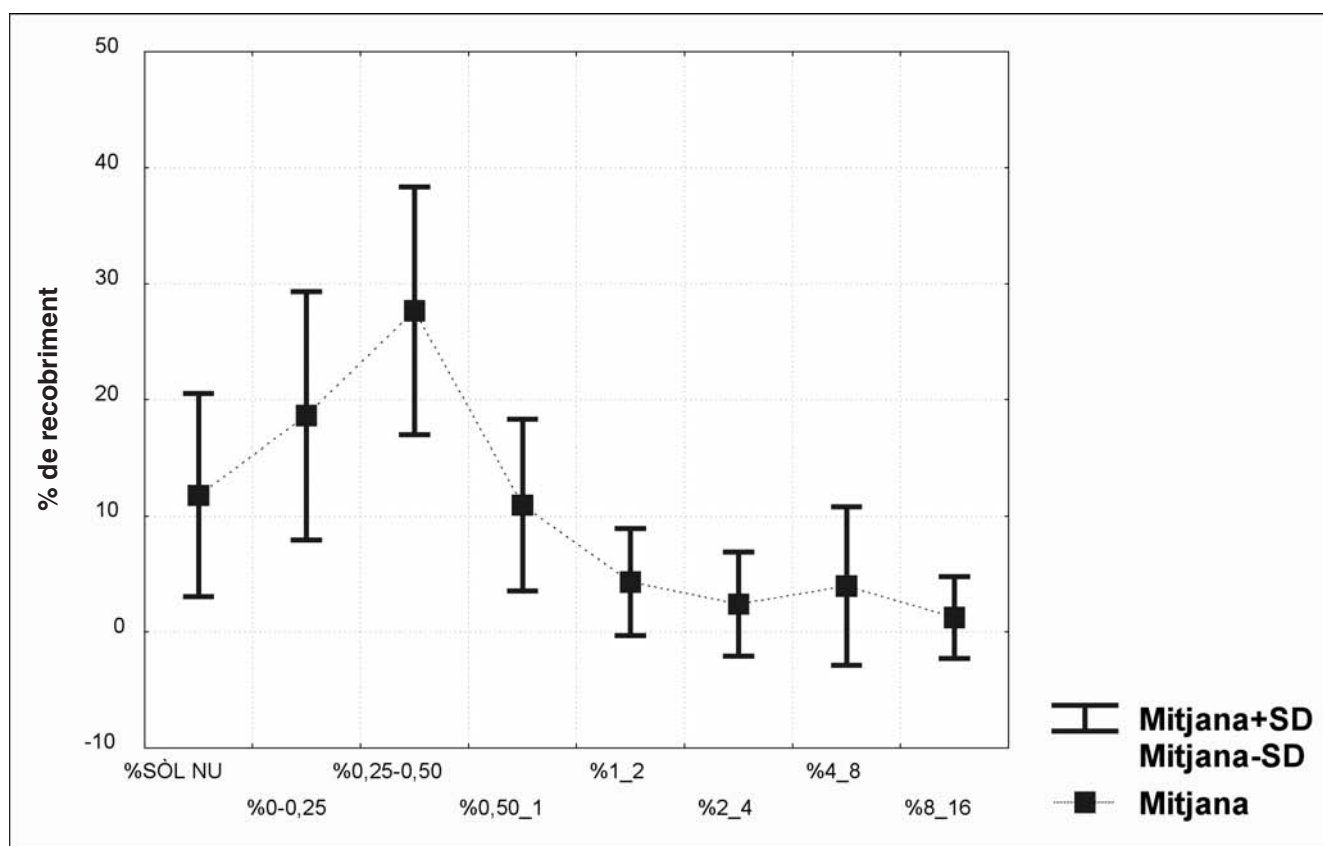


Figura 3. Recobriment vegetal i de sòl nu a les estacions de mostrejatge d'ocells. Els intervals que es mostren en abscises (en metres) són habituals en estudis que relacionen els ocells amb l'estructura vegetal a la zona mediterrània.

ment amb el recobriment arbustiu (0,50-2 m). F_3 va estar negativament correlacionat amb el percentatge de recobriment arbustiu de port mitjà (0,25-0,50 m). En conjunt aquests 3 factors van explicar el 71% de la variància de la matriu de dades. Així doncs, aquest procediment va per-

metre passar de les 8 variables inicials a 3 sense perdre informació de rellevància.

Els resultats dels dos models lineals generalitzats van ser molt similars, tant si la variable dependent era la riquesa d'espècies com si es tractava de l'abundància (taula 3). La

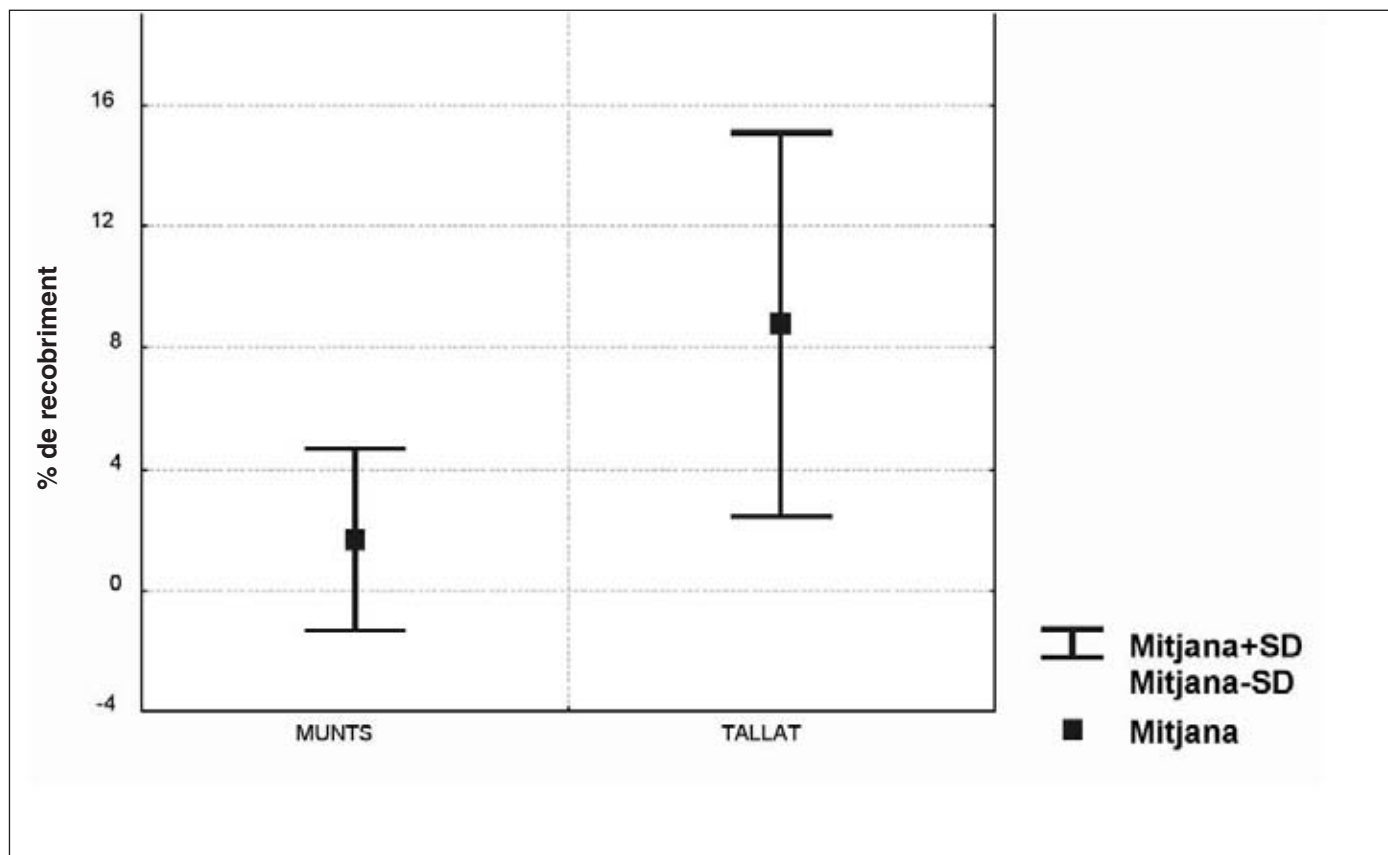


Figura 4. Recobriment de brançam i troncs sobre el sòl un cop tallats els arbres (TALLAT) i recobriment de brançam i troncs amunttegats en piles (MUNTOS).

Taula 2. Resultats de l'anàlisi de components principals (PCA) de les variables estructurals de la vegetació i el sòl nu. Es mostren els tres primers factors que tenen valors propis > 1.

	F1	F2	F3
%SÒL_NU	0,30	-0,70	0,18
%0_25	0,35	-0,67	0,28
%25_50	0,19	0,00	-0,94
%50_1	0,24	0,82	0,08
%1_2	-0,07	0,71	0,22
%2_4	-0,74	0,18	0,31
%4_8	-0,91	0,08	0,00
%8_16	-0,84	0,02	0,05
Variància explicada acumulada	35,2%	57,7%	70,9%

relació significativa i en sentit negatiu amb F₁ indica que la riquesa i l'abundància estaven positivament afectades pel manteniment de l'estructura arbòria. La relació significativa i en sentit positiu amb F₂ es pot interpretar com un efecte positiu del recobriment arbustiu (i negatiu respecte al recobriment de sòl nu) sobre la riquesa i l'abundància. D'altra banda, el percentatge de recobriment del tallat va estar positivament relacionat amb la riquesa i l'abundància però, tal com mostra el valor negatiu del terme quadràtic, es va trobar una relació parabòlica d'aquesta variable que indicaria la presència d'un punt d'inflexió en el pendent, és a dir, que per a valors alts de la variable tallat la relació amb abundància i riquesa es tornaria negativa. La interpretació dels resultats del model entre abundància i munts seria exactament igual que l'especificada per a tallat, però en el cas de la riquesa aquesta relació va ser tan sols marginalment significativa.

Taula 3. Resultats del model lineal generalitzat. El model no té en compte només els termes lineals sinó que incorpora els factors quadràtics. Els valors que es mostren corresponen al *type 3*, el qual indica la relació entre cadascuna de les variables predictores i la variable dependent controlant l'efecte de totes les altres variables predictores.

	Graus de llibertat	Khi quadrat	p	Coeficient
Abundància				
F1	1	50,05	<0,0001	-0,301
F2	1	32,92	<0,0001	0,280
MUNTOS	1	7,65	0,0057	0,145
TALLAT	1	10,30	0,0013	0,076
MUNTOS^2	1	6,41	0,0113	-0,015
TALLAT^2	1	9,48	0,0021	-0,003
Riquesa				
F1	1	35,66	<0,0001	-0,302
F2	1	3,92	0,0477	0,118
MUNTOS	1	2,71	0,0995	0,107
TALLAT	1	6,23	0,0125	0,071
MUNTOS^2	1	2,48	0,1152	-0,011
TALLAT^2	1	5,05	0,0246	-0,003

Discussió

L'extracció dels arbres cremats després d'un incendi forestal és una pràctica forestal habitual. Amb això es pretenen obtenir uns beneficis econòmics immediats i, suposadament, afavorir la recuperació posterior del bosc. No obstant això, cada cop hi ha més estudis que posen en dubte els beneficis econòmics a mitjà termini d'aquest tipus d'actuació. Així, per exemple, Donato *et al.*, (2006) mostren que la tala dels arbres cremats en un incendi a Oregon (EUA) va suposar un increment en el risc d'incendi a curt

termini i va posar en perill l'adequada regeneració del bosc. D'altra banda, tal i com s'ha esmentat prèviament, els efectes negatius sobre l'avifauna forestal s'han fet evidents en diversos estudis, tant a l'àrea mediterrània europea (LLIMONA *et al.*, 1993) com a Nord-Amèrica (HUTTO, 1995; NAPPI *et al.*, 2003).

Aquest treball permet fer un pas més endavant en l'estudi dels efectes de la gestió forestal postincendi, ja que demostra com, més enllà dels coneguts efectes negatius de la tala dels arbres cremats, la manera com a partir d'aquí es gestionin aquestes restes també condiciona l'avifauna de l'indret. Així, si es mantenen al terra quantitats moderades de branques i troncs apareixen efectes positius sobre el nombre d'espècies d'ocells i sobre la seva abundància, mentre que valors extrems, ja sigui amb gran recobriment de brancam o amb molt poc, esdevenen negatius. Aquest patró quadràtic es pot interpretar des d'un punt de vista biològic com un efecte positiu de l'heterogeneïtat ambiental. El brancam, a terra o amuntegat, aporta una estructura vegetal molt particular que pot ser aprofitada per algunes espècies. Vegem-ne un parell d'exemples representatius. En aquest incendi possiblement l'espècie més clarament relacionada amb la presència del brancam és el tallarol de garriga *Sylvia cantillans*, un ocell característic dels ambients arbustius mediterranis més o menys desenvolupats que segurament ja era present abans de l'incendi del 2003 i que, un cop desaparegut el seu substrat habitual d'alimentació i nidificació, els substitueix per les branques dels arbres abatuts. D'altra banda, l'ocell més abundant a la zona, el cotoliu *Lullula arborescens*, seria un cas oposat, ja que necessita força espais oberts on alimentar-se i fer el niu. Així doncs, valors moderats de branques a terra permetrien la coexistència d'aquestes dues espècies i, per extensió, la d'altres espècies d'ecologia similar, possibilitant així uns nivells de riquesa i abundància força elevats si ho comparem amb zones més homogènies, ja sigui per absència o excés de brancam.

Un dels aspectes potencialment interessants d'analitzar en un estudi aplicat com aquest és la relació entre les variables predictores esmentades i el valor quant a conservació de la comunitat ornítica present (per exemple, HERRANDO i BROTONS, 2002). Aquesta aproximació, però, topa amb el baix valor de conservació general de la zona des del punt de vista dels ocells, almenys en relació amb altres comunitats d'ocells de Catalunya (ESTRADA *et al.*, 2004). De les 68 espècies que s'han detectat, només 3, el botxí *Lanius meridionalis* (1 individu), l'àguila cuabarrada *Hieraaetus fasciatus* (1 individu) i la perdiu roja *Alectoris rufa* (6 individus), es consideren amenaçades a Catalunya (ESTRADA *et al.*, 2004). Aquesta mostra tan baixa fa difícil abordar qüestions relacionades amb el valor de conservació de les espècies o estacions de mostratge i la gestió que s'hi duu a terme. Per aquesta raó els descriptors de la comunitat d'ocells que han estat avaluats han estat, exclusivament, la riquesa (nombre d'espècies/estació) i l'abundància relativa (nombre d'individus/estació).

En síntesi podríem dir que els resultats d'aquest treball mostren que la gestió forestal postincendi té clars efectes sobre la comunitat d'ocells nidificants. La tallada d'arbres morts es pot considerar globalment negativa perquè redueix l'estructura vertical i el tipus de gestió que es du a terme sobre aquests arbres tallats i també té clars efectes sobre la comunitat d'ocells.

Agraïments

Aquest estudi ha estat possible gràcies al suport del Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona i molt especialment al de Daniel Guinart. Agraïm a Joan Estrada, Oriol Baltà, Josep Ribas, Lluís Brotons i Raül Aymí les seves aportacions al manuscrit.

Bibliografia

- BIBBY, Colin; BURGESS, Neil; HILL, David; MUSTOE, Simon (2000). *Bird census techniques*. Londres: Elsevier.
- DONATO, Dan; FONTAINE, Joe; CAMPBELL, John; ROBINSON, Dough; KAUFFMANN, Boone; LAW, Beverly (2006). «Post-Wildfire Logging Hinders Regeneration and Increases Fire Risk». *Science* núm. 311; pàg. 352.
- ESTRADA, Joan; PEDROCCHI, Vittorio; BROTONS, Lluís; HERRANDO, Sergi (ed.) (2004). *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: Institut Català d'Ornitologia/Lynx Edicions.
- HERRANDO, Sergi (2001). «Habitat disturbance in Mediterranean landscapes: Effects of fire and fragmentation on birds». Tesi doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona. 123 pàgines.
- HERRANDO, Sergi; BROTONS, Lluís (2002). «Urbanisation of the Iberian Mediterranean coast: effects on the species richness of forest birds». *Revista Catalana d'Ornitologia*, núm.19; pàg. 17-24.
- HUTTO, Richard L. (1995). «Composition of bird communities following stand-replacement fires in northern Rocky Mountain (USA) conifer forests». *Conservation Biology* núm. 9; pàg. 1.041-1.058.
- LLIMONA, Francesc; MATHEU, Eloïsa; PRODON, Roger (1993). «Role of snag persistence and of tree regeneration in postfire bird successions: comparison of pine and oak forests in Montserrat (Catalonia, NE Spain)». Trabaud, L.; Prodon, R. (ed.) *Fire in Mediterranean ecosystems. Ecosystems research report 5*. Brussel·les: Commission of European Communities.
- MCCULLAGH, Peter; NELDER, John (1983). *Generalized linear model*. Londres: Chapman & Hall.
- NAPPI, Antoine; DRAPEAU, Pierre; GIROUX, Jean-François; SAVARD, Jean-Pierre (2003). «Snag use by foraging black-backed woodpeckers (*Picoides arcticus*) in a recently burned Eastern boreal forest». *The Auk* núm. 120; pàg. 505-511.
- PONS, Pere (1996). «Dynamique de l'avifaune après incendie et brûlage dirigé en zone méditerranéenne: importance de la territorialité». París: Université Paris 6. Tesi de doctorat, especialitat d'Ecologia. 293 pàgines.
- PRODON, Roger; FONS, Roger; ATHIAS-BINCHE, François (1987). «The impact of fire on animal communities in Mediterranean area». Trabaud, L. (ed.) *The role of fire on ecological systems*. SPB Academic Publishing, The Hague. Pàg. 121-157.
- PRODON, Roger; LEBRETON, Jean-Dominique (1981). «Breeding avifauna of a Mediterranean succession: the holm oak and the cork oak series in eastern Pyrenees. Analysis and modelling structure gradient». *Oikos*, núm. 37; pàg. 21-38.