

SISTEMES I PROCESSOS

Riquesa d'espècies i interès per a la conservació dels ocells a l'àrea metropolitana de Barcelona: relacions amb la xarxa actual d'espais protegits

Joan Pino,* Katherine C. Comer,** Ferran Rodà,*
 Maria Guirado* & Josep Ribas* **

Rebut: 29.07.03

Acceptat: 07.11.03

Resum

En aquest treball s'analitza la distribució espacial de la riquesa d'espècies d'ocells i la seva relació amb diverses variables territorials i amb la distribució dels espais del Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya (PEIN) en tres conjunts d'espècies amb un interès de conservació contrastat: (1) el total d'espècies; (2) les que tenen un estatus de conservació desfavorable a Europa (categories 2 i 3 de la classificació SPEC [*Species of European Conservation Concern*; Tucker & Heath, 1994]; és a dir, SPEC 2+3); i (3) les incloses a l'Annex I de la Directiva del Consell 79/409/EEC per a la conservació de les aus silvestres (Directiva Ocells). L'estudi es va dur a terme al Vallès Oriental i àrees limítrofes. La riquesa d'espècies d'ocells es va obtenir d'un mostreig de camp previ, realitzat durant vuit anys separadament per a les espècies nidificants (primavera) i hivernants (hivern), i prenent com a unitat d'estudi les quadrícules UTM d'1 km × 1 km. La relació entre

els diversos grups d'ocells i entre aquests i les variables territorials més significatives es va dur a terme mitjançant correlacions de Pearson. També es van comparar els valors de riquesa d'espècies dels grups estudiats i de les variables territorials seleccionades dins i fora dels espais del PEIN sobre una mostra aleatòria de les quadrícules. La riquesa total i el nombre d'espècies SPEC 2+3 són significativament més alts fora dels espais del PEIN, i es concentren en els mosaics agroforestals del Moianès i Osona per a les nidificants, i a la plana del Vallès per a les hivernants. Tots aquests grups d'espècies presenten correlacions positives i significatives amb la proporció de conreus i la diversitat de cobertes del sòl. La riquesa d'SPEC 2+3 mostra, a més, unes correlacions moderadament altes amb la riquesa total d'ocells. Contràriament, la riquesa d'espècies incloses a la Directiva Ocells segueix patrons de distribució diferents, amb alguns *hot spots* locals dins del Parc Natural del Montseny, i com a conseqüència, les correlacions amb la riquesa total i SPEC 2+3 són discretes. L'estudi posa de manifest un panorama de conservació complex al Vallès Oriental, amb uns espais protegits que afavoreixen la conservació d'algunes espècies de la Directiva Ocells i uns espais agroforestals molt rics en espècies, però no protegits per cap figura especial. També cal destacar la necessitat de potenciar i conservar els hàbitats oberts

* Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

** Universitat Estatal de San Diego. 5500 Campanile Drive, Nasatir Hall 103 San Diego. Califòrnia 92182-4403. USA.

*** C. d'Entença, 6. 08100 Mollet del Vallès. Barcelona.

resultants d'un aprofitament agroramader extensiu, tant dins com fora dels espais protegits.

PARAULES CLAU: riquesa d'espècies, interès per a la conservació, ocells, estructura del paisatge, Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya (PEIN), àrea metropolitana de Barcelona.

Abstract

Species richness and conservation interest of birds in the metropolitan area of Barcelona: relationships with the existing network of nature reserves

The spatial distribution of bird species richness and its relationship with several territorial variables and with the distribution of nature reserves was analysed for three species groups of differing interest for conservation: (1) all species, (2) species with an unfavourable conservation status in Europe (categories 2 and 3 of SPEC; SPEC2+3), and (3) species included in Annex I of the Birds Directive. The study was carried out in the Vallès Oriental and surrounding areas, in the metropolitan area of Barcelona. Bird species numbers were obtained for each UTM 1×1 km square from a previous field survey carried out separately for nesting (spring) and wintering species (winter) over an 8 year period. The relationships between the different groups and between these and the most relevant territorial variables were assessed using Pearson correlations. The numbers of species and the territorial variables for areas inside and outside the nature reserves were also compared, using a random subsample of squares. The total species richness and the number of SPEC2+3 species were, in most cases, significantly higher outside the nature reserves and were concentrated in forest-cropland mosaics in the Moianès and Osona for the nesting species and in the Vallès plain for the wintering ones. All these species groups showed significant positive correlations with cropland and land cover diversity. The number of SPEC2+3 species was moderately correlated with total species richness. In contrast, the species richness of species included in the Birds Directive showed some *hot spots* in the Montseny natural park, and consequently was weakly correlated with the total species richness and the number of SPEC2+3 species. The study

shows a complex conservation situation in the Vallès Oriental, with nature reserves harbouring several species included in the Birds Directive, while forest-cropland mosaics that are very species-rich are not especially protected. There is a clear need to promote and maintain the open habitats created by extensive cultivation and grazing, both inside and outside the nature reserves.

KEY WORDS: Biodiversity, species richness, conservation value, birds, landscape structure, nature reserves, Barcelona metropolitan area

Resumen

Riqueza de especies e interés para la conservación de las aves del área metropolitana de Barcelona: implicaciones con la red actual de espacios protegidos

Se analiza la distribución espacial de la riqueza de especies de aves y su relación con varias variables territoriales y con la distribución de los espacios del Plan de Espacios de Interés Natural de Cataluña (PEIN) en tres conjuntos de especies con un interés de conservación contrastado: (1) el total de especies; (2) las que presentan un estatus de conservación desfavorable en Europa (categorías 2 y 3 de la clasificación SPEC [*Species of European Conservation Concern*; Tucker & Heath, 1994]; SPEC 2+3); y (3) las incluidas en el Anexo I de la Directiva del Consejo 79/409/EEC, para la conservación de aves silvestres (Directiva Aves). El estudio se llevó a cabo en el Vallès Oriental y áreas limítrofes, en el área metropolitana de Barcelona. La riqueza de especies de aves se obtuvo de un muestreo de campo previo, realizado durante ocho años separadamente para las especies nidificantes (primavera) e invernantes (invierno), y tomando como unidad de estudio las cuadrículas UTM de $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$. La relación entre los diferentes grupos de aves y entre éstos y las variables territoriales más significativas se llevó a cabo mediante correlaciones de Pearson. También se compararon los valores de riqueza de especies de los grupos de aves estudiados y de las variables territoriales seleccionadas dentro y fuera de los espacios del PEIN sobre una muestra aleatoria de las cuadrículas. Las riquezas total y SPEC 2+3 son significativamente más altas fuera de los espacios

del PEIN y se concentran en los mosaicos agroforestales del Moianès y Osona para las nidificantes y en el llano del Vallès para las invernantes. Todos estos grupos de especies presentan correlaciones positivas y significativas con la proporción de cultivos y la diversidad de cubiertas. La riqueza de SPEC 2+3 muestra, además, correlaciones moderadamente altas con la riqueza total de aves. Contrariamente, la riqueza de especies incluidas en la Directiva Aves sigue patrones de distribución diferentes, con algunos *hot spots* locales dentro del Parque Natural del Montseny, y como consecuencia, las correlaciones con la riqueza total y SPEC 2+3 son discretas. El estudio pone de manifiesto un panorama de conservación complejo en el Vallès Oriental, con unos espacios protegidos que favorecen la conservación de algunas especies de la Directiva Aves y unos espacios agroforestales muy ricos en especies pero no protegidos por ninguna figura especial. También destaca la necesidad de potenciar y conservar los hábitats abiertos resultantes de un aprovechamiento agroganadero extensivo, tanto dentro como fuera de los espacios protegidos.

PALABRAS CLAVE: riqueza de especies, interés para la conservación, aves, estructura del paisaje, Plan de Espacios de Interés Natural de Cataluña (PEIN), área metropolitana de Barcelona.

Introducció

Grans àrees del territori català es troben immerses en un procés de canvi d'usos que determina la progressiva transformació del paisatge agroforestal tradicional, amb efectes com ara la fragmentació de les àrees agroforestals i la seva substitució per implantacions urbanes i industrials. A més, l'abandonament de les pràctiques agroramaderes extensives ha comportat una pèrdua per embosquament dels conreus i les pastures en àrees de muntanya, i una intensificació dels usos agrícoles a les planes fèrtils. Aquest procés de transformació dels paisatges agroforestals tradicionals és també observable en moltes altres zones de la Mediterrània (Lepart & Debussche, 1992) i pot tenir efectes negatius

per a la conservació dels ecosistemes i de les espècies pròpies d'aquests ambients (Preiss *et al.*, 1997).

La política de conservació no ha afavorit, tanmateix, la preservació dels ecosistemes afectats per aquest canvi d'usos del sòl. Pensada per a assegurar la conservació de les àrees més naturals en moments d'escassa conscienciació social per als temes mediambientals, aquesta política ha prioritzat la preservació de les mostres més extenses i més ben conservades dels ecosistemes forestals (Folch, 1988; Boada, 1999). El biaix és, per tant, notable en favor dels boscos, tal com es desprèn de la distribució de les principals cobertes del sòl dins dels espais protegits en relació amb la resta del territori (Gracia *et al.*, 2000). En el context actual de canvi dels usos del sòl en el mosaic agroforestal tradicional, es pot ocórrer que, paradoxalment, moltes de les espècies dels ambients forestals que predominen en els espais naturals protegits tinguin millors expectatives de conservació que bona part de les que viuen en ambients més humanitzats (Preiss *et al.*, 1997).

Un dels grups de vertebrats en què es poden observar millor les relacions entre conservació del paisatge i la biodiversitat és el dels ocells, a causa de les seves característiques biològiques, l'abundància de bases de dades amb una georeferenciació espacial suficientment precisa i la posada al punt de classificacions sobre l'estat de conservació de les diverses espècies per a diferents àmbits territorials (Suárez-Seoane *et al.*, 2002). L'anàlisi comparativa dels factors territorials relacionats amb la distribució d'espècies amb un interès de conservació divers és, per tant, no només possible, sinó també interessant des d'una perspectiva acadèmica i de conservació de la biodiversitat. Aquest treball té com a objectiu aprofundir en la relació entre la distribució del valor de conservació de l'avifauna, el paisatge i la situació dels espais protegits a l'àrea

metropolitana de Barcelona. Aprofitant un conjunt de dades particularment precis i centrat en el Vallès Oriental (Ribas, 2000), aquest objectiu general s'ha concretat en els següents:

1. Comparar els patrons de distribució de la riquesa d'espècies d'ocells de tres grups amb un interès de conservació molt contrastat: el total d'espècies, les espècies incloses a la classificació SPEC i les espècies incloses a l'Annex I de la Directiva ocells.

2. Avaluar la relació dels patrons de distribució de la riquesa d'espècies amb algunes variables territorials (climàtiques, topogràfiques, d'ocupació humana, etc.), identificades prèviament com a determinants de la riquesa ornítica

a la zona (Pino *et al.*, 2000), aprofitant l'existència de cartografia digital sobre el tema.

3. Valorar el grau d'adequació de l'actual xarxa d'espais protegits per a la conservació dels ocells al Vallès Oriental i, per extensió, a l'àrea metropolitana de Barcelona.

Material i mètodes

La zona d'estudi

La zona estudiada té una superfície de 1.700 km² i comprèn bàsicament el Vallès Oriental i les àrees limítrofes de les comarques veïnes, principalment la Selva i Osona (figura 1).

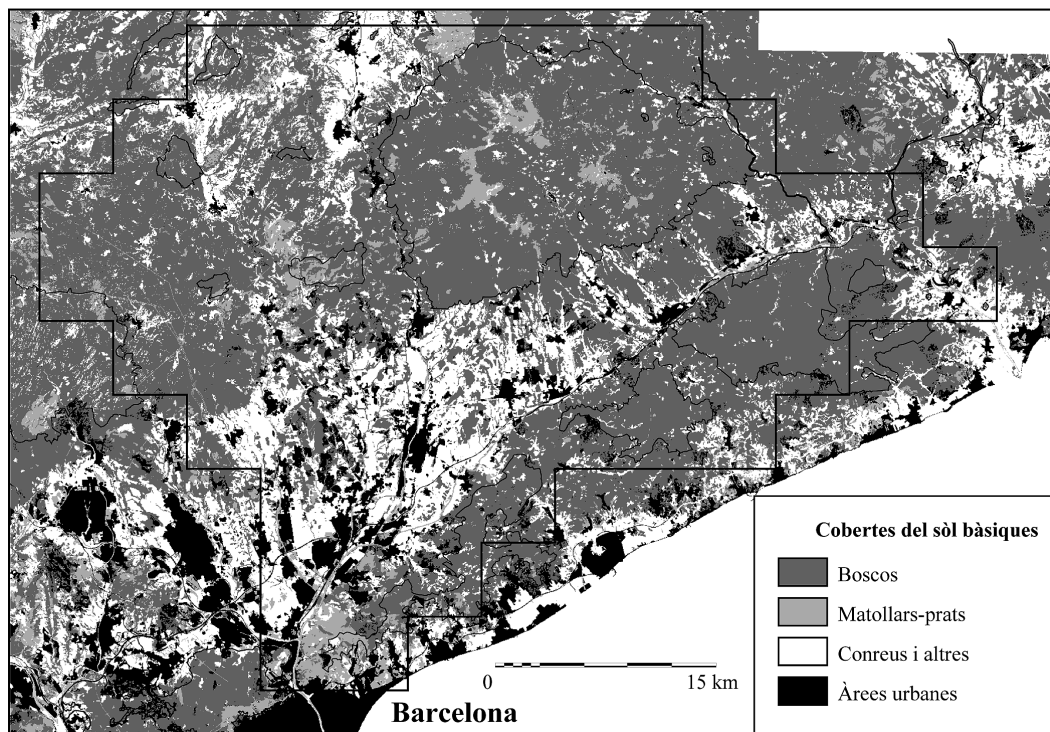


FIGURA 1. Cobertes del sòl bàsiques de la zona d'estudi (polígon irregular). També s'hi inclouen els límits dels espais del PEIN.

Basic land covers of the study area (irregular polygon). Boundaries of protected areas included in the Plan of Areas of Natural Interest (PEIN) of Catalonia are also shown.

El relleu està format per quatre unitats geomorfològiques bàsiques: la serralada Litoral, la depressió del Vallès, la serralada Prelitoral, i els contraforts més orientals de la depressió Central catalana que inclouen l'altiplà del Moianès i el sector meridional de la plana de Vic. La xarxa hidrogràfica comprèn part de la conca de la Tordera en el sector oriental de la zona d'estudi, part de la del Llobregat a l'extrem nord-occidental, i la major part de la conca del Besòs. El principals cursos secundaris que creuen la zona d'estudi són la riera d'Arbúcies, que pertany a la conca de la Tordera, el riu Ripoll, la riera de Caldes, el Tenes, el Congost i el Mogent, de la conca del Besòs.

El rang altitudinal s'estén des dels 50 m a la vall baixa del Besòs fins als 1.712 m del Turó de l'Home. El clima dominant és el mediterrani litoral, amb hiverns suaus i estius calorosos i pluges principalment equinoccials. La diversitat climàtica en aquesta regió, no obstant això, és força important, a causa de factors com el relleu, l'orientació de les serres, la gradació altitudinal i la latitudinal, i l'augment de la continentalitat en direcció nord-oest. Tots aquests factors climàtics determinen l'existència d'una elevada diversitat biològica, amb una paisatge vegetal potencialment forestal i integrat per formacions molt diverses. La forta pressió antròpica que ha suportat aquest territori des de temps molt antics ha determinat una modificació d'aquest paisatge inicial, que ha esdevingut més obert, amb extensions agrícoles i ramaderes importants, sobretot a les planes, però històricament també a les serralades. Darrerament també s'ha produït un increment notable de les àrees urbanes i industrials a les planes. El 1993, el bosc ocupava un 50,7 % de la zona d'estudi, els conreus un 22,6 %, els matollars i prats un 5 %, i les zones urbanes i viàries un 10,3 % a la comarca del Vallès Oriental (Gracia *et al.*, 2000).

La conservació dels elements naturals i paisatgístics més destacables, especialment

davant el fenomen de la urbanització de les àrees forestals, va motivar la declaració de diversos espais protegits a les àrees més emblemàtiques: el Parc Natural del Montseny, el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, i el Parc del Montnegre-Corredor. Tots aquests espais també formen part del PEIN, que a la zona d'estudi comprèn també els espais de la Sauva Negra, els cingles de Bertí, Gallifa, el Moianès, la riera d'Arbúcies, els estanys de Tordera i la roureda de Tordera.

La riquesa ornitològica

Les dades utilitzades en aquest treball han estat recollides durant el període de 1990 al 1997 per un dels autors (J. R.), a partir d'una subdivisió del territori d'estudi en quadrícules UTM d'1 km × 1 km. Cada any s'han realitzat almenys dos mostrejos homogenis del conjunt de quadrícules, un a l'hivern i l'altre a la primavera, per tal de recollir informació sobre les espècies nidificants i hivernants, respectivament. En cada mostreig s'ha fet un transecte d'1-1,5 h de duració per quadrícula, durant el qual s'han anotat les abundàncies de les diverses espècies detectades mitjançant observacions i escoltes, tot i que per a aquest treball només s'han fet servir dades de presència. Com a objecte d'estudi s'han inclòs totes aquelles espècies d'ocells que es troben a la zona de manera espontània, tant les autòctones com les exòtiques naturalitzades.

Determinació del valor de conservació

El valor de conservació de les diverses espècies d'aus s'ha determinat a partir de la seva inclusió en les llistes següents: (1) les categories 2 i 3 de la llista SPEC (*Species of European Conservation Concern*; Tucker &

Heath, 1994); i (2) la llista de l'Annex I de la Directiva Ocells (Directiva del Consell 79/409/EEC). La primera aproximació representa una llista d'espècies de protecció desitjable, atès que tenen un estatus desfavorable de conservació a Europa. Tucker & Heath (1994) identifiquen quatre categories de conservació: SPEC 1 (espècies presents a Europa i amenaçades en l'àmbit mundial), SPEC 2 (espècies amb efectius concentrats a Europa i amb un estat de conservació deficient en aquest continent), SPEC 3 (espècies amb un estat de conservació deficient a Europa, encara que no concentrades en aquest continent) i SPEC 4 (espècies concentrades a Europa amb un bon estat de conservació). Una espècie té un estat de conservació desfavorable si la seva població europea és petita, i si està clarament en declivi o molt localitzada. Es considera que una espècie està concentrada a Europa quan aquest continent acull més del 50 % dels efectius reproductors o hivernants del planeta. Per a l'estudi s'han considerat únicament les espècies incloses a les categories SPEC 2 i SPEC 3 (en endavant, SPEC 2+3). Atès que no hi ha espècies de la categoria SPEC 1 a la zona d'estudi, la categoria SPEC 2+3 agrupa les espècies amb més interès europeu de conservació.

La segona aproximació, segons la inclusió en l'Annex I de la Directiva Ocells, correspon a les espècies que gaudeixen de certa protecció legal en l'àmbit europeu, tant si és efectiva com no. S'ha portat a terme mitjançant la classificació de les espècies de la zona d'estudi en incloses i no incloses en aquest Annex.

Anàlisis

Mitjançant correlacions de Pearson es va analitzar el grau d'associació entre les diverses variables de riquesa d'ocells. També es va determinar de la mateixa manera el grau de

correlació entre aquestes variables i la proporció de les cobertes bàsiques del sòl, la diversitat de cobertes i l'altitud. Aquestes variables van ser les més correlacionades amb la riquesa d'ocells en un estudi previ (Pino *et al.*, 2003) i van ser posades a punt per quadrícula UTM a partir del *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya* (Burriel *et al.*, 2001) i d'un model digital d'elevacions generat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Les anàlisis es van dur a terme sobre una submostra aleatòria d'aproximadament el 50 % de les quadrícules d'1 km × 1 km (n = 845), per tal d'evitar els efectes de l'autocorrelació espacial sense renunciar a una mida de mostra suficient. El nivell de significació de les correlacions es va ajustar mitjançant la correcció de Bonferroni, dividint la *P* desitjada pel nombre de comparacions realitzades.

La riquesa d'espècies d'ocells dels diversos grups de conservació es va comparar dins i fora dels espais del PEIN, considerant la mateixa submostra aleatòria de les quadrícules classificades en totalment incloses (n = 154) i no totalment incloses (n = 691) en algun espai del PEIN. La submostra també es va utilitzar per a comparar, dins i fora dels espais del PEIN, les proporcions mitjanes de les cobertes bàsiques del sòl, la diversitat de cobertes i l'altitud. Les comparacions entre mitjanes es van dur a terme en tots els casos mitjançant el test de rangs de Mann-Whitney, a causa de la impossibilitat de normalitzar les dades.

Resultats

Distribució de les variables de riquesa d'ocells

A la zona d'estudi s'han detectat 125 espècies d'ocells hivernants i 130 de nidificants. El nombre d'espècies hivernants per quadrícula d'1 km × 1 km oscil·la entre 10 i 51 (mitjana 26,4; desviació estàndard 6,7), amb una

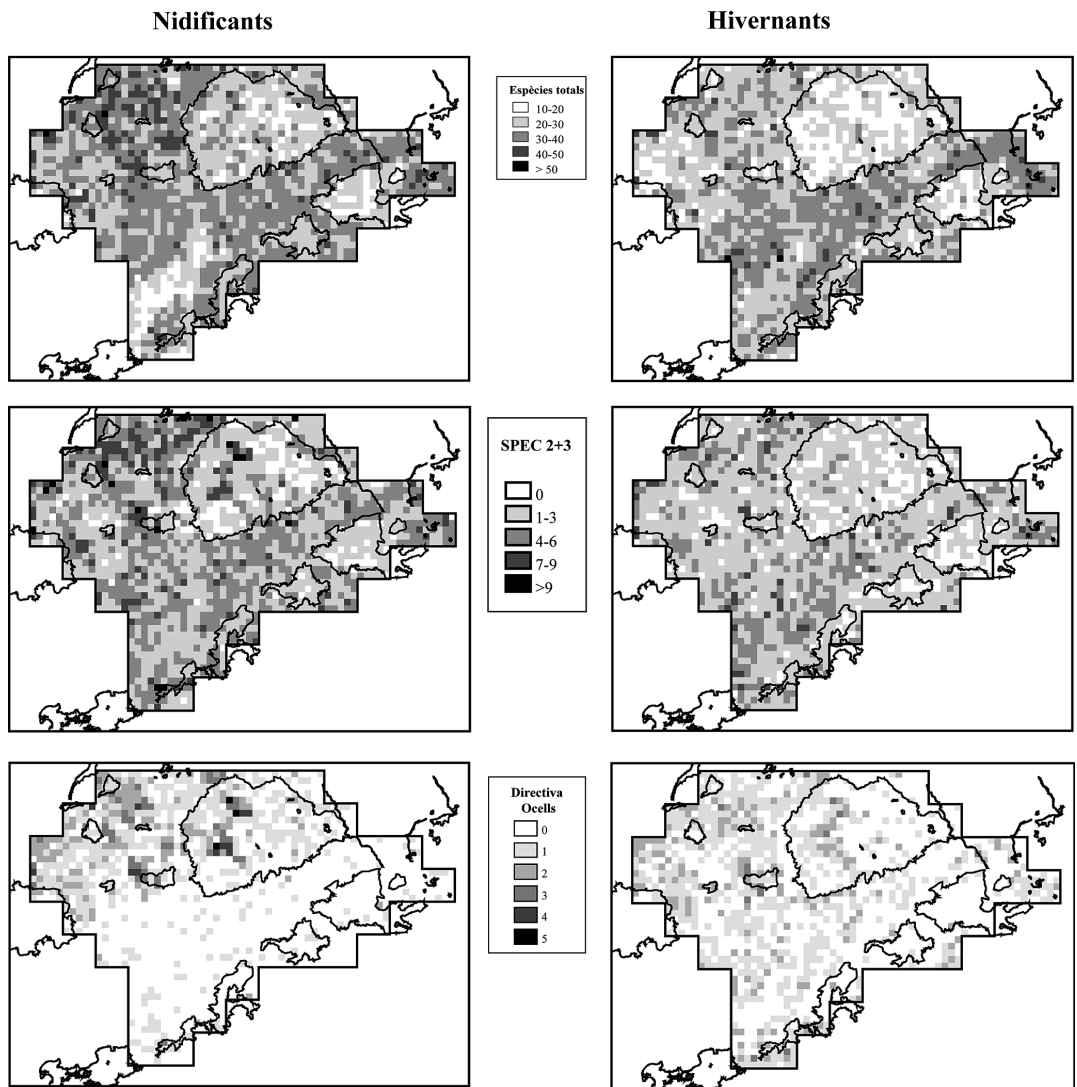


FIGURA 2. Distribució espacial de la riquesa d'espècies nidificants i hivernants totals (a dalt) i totals incloses en la classificació SPEC 2+3 (Tucker & Heath, 1994; al mig) i a l'Annex I de la Directiva Ocells (a baix). S'hi inclouen, també, els límits dels espais del PEIN de la zona d'estudi.

Spatial distribution of nesting and wintering bird species richnesses for total species (top), SPEC 2+3 species (middle), and species included in the Annex I of the Birds Directive (bottom). Boundaries of protected areas included in the Plan of Areas of Natural Interest (PEIN) of Catalonia are also shown.

distribució dels valors molt poc homogènia (figura 2). Els valors més elevats se situen en els sectors de la plana vallesana que mantenen encara un paisatge agrícola tradicional de secà, i també en altres zones agrícoles situa-

des entre àrees forestals. La màxima concentració d'espècies es dona en dos punts: entre Sentmenat (el Vallès Occidental) i Palau de Plegamans, i entre Lliçà d'Amunt i Lliçà de Vall. En canvi, els valors més baixos es con-

centren en determinades àrees forestals inclo-ses o properes als parcs naturals del Montseny, Montnegre-Corredor i Sant Llorenç del Munt. També són baixos (al voltant de 15-20 espècies per quadrícula) els valors corresponents als municipis de Santa Perpètua de Mogoda, Mollet del Vallès, Parets del Vallès i la Llagosta, una àrea dominada pels usos urbans i industrials. El nombre d'espècies nidificants detectades oscil·la entre 9 i 53 per quadrícula (mitjana 29,6; desviació estàndard 7,0). La distribució dels valors és similar a la de les hivernants, si bé les diferències entre els espais forestals i la resta del territori no són tan evidents com en el cas de les hivernants. Les àrees més industrialitzades presenten, també en aquest cas, els valors més baixos. La màxima riquesa d'espècies nidificants es concentra al nord-oest de la zona d'estudi, en els municipis de Moià i Monistrol de Calders.

Un total de 37 espècies nidificants i 25 d'hivernants detectades a la zona d'estudi pertanyen a les categories SPEC 2 o SPEC 3. El nombre d'espècies SPEC 2+3 hivernants oscil·la entre 0 i 9 per quadrícula (mitjana 2,2; desviació estàndard 1,8). La distribució d'aquesta riquesa (figura 3) és força semblant a l'observada per a hivernants en el cas anterior, tot i que en general el rang de valors és més baix. Les grans extensions forestals són les que concentren la majoria de les quadrícules sense espècies d'aquestes categories. En canvi, la plana del Vallès, el Moianès i el sud d'Osona són les àrees on es troben els valors màxims, particularment als municipis de Seva (Osona), Sant Feliu de Buixalleu (la Selva), Sentmenat (el Vallès Occidental), Lliçà d'Amunt i Lliçà de Vall (el Vallès Oriental). La riquesa d'espècies SPEC 2+3 nidificants és més elevada que la d'hiver-

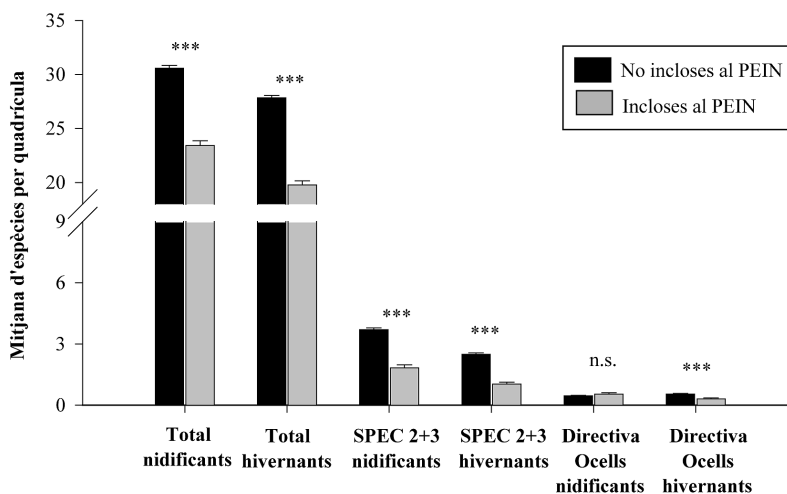


FIGURA 3. Mitjana (i error estàndard) d'espècies d'ocells dels diversos grups en una submostra aleatòria de quadrícules UTM d'1 km × 1 km (n = 845), totalment i no totalment incloses en els espais del PEIN de la zona d'estudi. Significació de la comparació entre grups de cel·les mitjançant el test de Mann-Whitney: n.s. = no significativa; * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001.

Mean richness (and standard error) of each bird species group for a random subsample of UTM 1 km × 1 km cells (n = 845), totally and not totally inside the protected areas. Significance of Mann-Whitney test: n.s. = non-significant; * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001.

TAULA 1. Correlacions lineals de Pearson entre les riqueses dels diversos grups d'ocells per a una submostra aleatòria d'aproximadament el 50 % de les cel·les UTM d'1 km x 1 km (n = 845). Significació de les correlacions un cop aplicada la correcció de Bonferroni: n.s. = no significativa; * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001. Pearson's linear correlations between the species richnesses of bird groups for a random subsample of about 50 % of UTM 1x1 km cells (n=845). Significance of correlations after Bonferroni correction: n.s. = non-significant; * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001.

	Total nidificants	Total hivernants	SPEC 2+3 nidificants	SPEC 2+3 hivernants	Dir. Ocells nidificants
Total hivernants	0,54***				
SPEC 2+3 nidificants	0,72***	0,46***			
SPEC 2+3 hivernants	0,34***	0,64***	0,52***		
Dir. Ocells nidificants	0,30***	-0,13**	0,47***	0,11n.s.	
Dir. Ocells hivernants	0,25***	0,22***	0,35***	0,60***	0,36***

nants, amb valors que oscil·len entre 0 i 13 espècies per quadrícula (mitjana 3,4; desviació estàndard 2,2). La seva distribució segueix, en general, el mateix patró que el nombre total d'espècies nidificants. De nou se n'observen baixes riqueses a les zones boscoses, tot i que al Parc del Montseny, i més concretament al Pla de la Calma, es troben alguns *hot spots* locals, amb valors que arriben a les 11-13 espècies en algunes quadrícules. Hi ha també altres punts amb elevada riquesa d'aquestes espècies al Moianès, al sud d'Osona, al límit nord de Sant Llorenç del Munt i a la conca del Calders.

En la zona d'estudi s'han detectat 17 espècies nidificants i 14 hivernants incloses a l'Annex I de la Directiva Ocells. El nombre total d'espècies nidificants oscil·la entre 0 i 5 per quadrícula (mitjana 0,5; desviació estàndard 0,8), amb una distribució molt diferent de la de les espècies totals i SPEC 2+3. Els valors més elevats es concentren a la meitat nord del Vallès Oriental, especialment a l'altiplà del Moianès, als cims i calmes del Montseny i en algun punt proper al turó de Montcada (pla de Rocamora). El nombre total d'espècies hivernants oscil·la entre 0 i 3 per quadrícula (mitjana 0,5; desviació estàndard 0,7), amb una distribució força diferent de la de les espècies

nidificants i concentrada en la meitat occidental de la zona d'estudi, encara que defugen les àrees més urbanitzades properes a Barcelona. En aquest cas no s'observa cap relació evident amb l'altitud. Els màxims es concentren a les parts altes del Montseny (pla de la Calma i Matagalls) i el Bertí, amb punts dispersos pel Moianès (Moià), Osona (Taradell), la serra de Marina (Montcada i Reixac, Tiana) i la vall baixa de la Tordera (Sant Feliu de Buixalleu).

Correlació entre les variables de riquesa d'ocells

Les variables de riquesa d'espècies SPEC 2+3 mostren en general correlacions moderadament elevades amb les corresponents de riquesa total (taula 1), més alta per a les espècies nidificants que per a les hivernants. La riquesa d'espècies de la Directiva Ocells només es correlaciona de manera destacable amb la d'espècies SPEC 2+3 ($r = 0,47$ per a les nidificants, i $r = 0,60$ per a les hivernants). La majoria de les correlacions són positives excepte la que presenta la riquesa d'espècies nidificants de la Directiva Ocells en relació amb la riquesa total d'hivernants. Les corre-

TAULA 2. Correlacions lineals de Pearson entre els valors de riquesa dels diversos grups d'ocells i les variables territorials més importants, per a una submostra aleatòria d'aproximadament el 50 % de les cel·les UTM d'1 km × 1 km (n = 845). Significació de les correlacions un cop aplicada la correcció de Bonferroni: n.s. = no significativa; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

Pearson's linear correlations between the species richnesses of bird groups and the most important land variables for a random subsample of about 50 % of UTM 1 × 1 km cells (n = 845). Significance of correlations after Bonferroni correction: n.s. = non-significant; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

	Proporció de bosc	Proporció de matollar-prat	Proporció de conreu	Proporció d'urbà i viari	Diversitat de cobertes	Altitud mitjana
Total nidificants	-0,20***	0,06n.s.	0,33***	-0,14**	0,48***	-0,05n.s.
Total hivernants	-0,47***	-0,07n.s.	0,58***	0,16***	0,54***	-0,47***
SPEC 2+3 nidificants	-0,45***	0,29***	0,44***	-0,04n.s.	0,50***	-0,06n.s.
SPEC 2+3 hivernants	-0,53***	0,15***	0,54***	0,13**	0,44***	-0,23***
Directiva Ocells nidificants	-0,02n.s.	0,41***	-0,07n.s.	-0,24***	0,09n.s.	0,52***
Directiva Ocells hivernants	-0,19***	0,33***	0,09n.s.	-0,07n.s.	0,28***	0,14**

lacions entre nidificants i hivernants són en general moderades o baixes per a la riquesa total ($r = 0,54$) i la d'espècies incloses a la Directiva Ocells ($r = 0,36$), però és relativament elevada per a les espècies SPEC 2+3 ($r = 0,64$).

Correlació amb les variables territorials

La proporció de bosc mostra correlacions de Pearson significatives i negatives amb les diverses categories de riquesa d'ocells (taula 2), tret de la d'espècies nidificants de la Directiva Ocells. La proporció de conreus i la diversitat de cobertes del sòl estan positivament correlacionades amb la riquesa dels diversos grups d'ocells, tret del cas dels nidificants de la Directiva Ocells que no presenten correlacions significatives amb aquestes variables. La proporció de cobertes urbanes i viàries mostra una correlació variable amb la riquesa d'ocells, que pot ser positiva (total i SPEC 2+3 d'hivernants), negativa (total i Directiva Ocells de nidificants) o no significativa (la resta). La proporció de matollar i prat està positivament correlacionada amb

les riqueses d'SPEC 2+3 i d'espècies de la Directiva Ocells i, en canvi, no es correlaciona significativament amb les riqueses totals. L'altitud mitjana es correlaciona negativament amb la riquesa total i SPEC 2+3 d'hivernants, mentre que ho fa positivament amb el nombre d'espècies nidificants i hivernants de la Directiva Ocells, i no presenta cap relació significativa amb la riquesa total i SPEC 2+3 de nidificants.

Comparació entre dins i fora dels espais del PEIN

La riquesa d'espècies total i SPEC 2+3, tant nidificants com hivernants, és significativament ($P < 0,001$) més elevada en les quadrícules no totalment protegides que a la resta (figura 3). La riquesa d'espècies hivernants de la Directiva Ocells és també significativament ($P < 0,001$) més elevada en les quadrícules no totalment protegides, mentre que per a les nidificants no s'han detectat diferències significatives entre els dos grups de quadrícules.

El test de Mann-Whitney va detectar diferències significatives ($P < 0,05$) entre quadrícules totalment protegides i no totalment protegides per a totes les variables territorials analitzades. La proporció de bosc, la de matollar i l'alçada mitjana presenten valors més elevats en les àrees protegides (mitjanes del 87,7 %, 6,9 % i 755 m, respectivament) que en les no protegides (57,4 %, 6,7 % i 379 m). En canvi, la proporció de conreus, la de zones urbanes i viàries i la diversitat de cobertes són més elevades en les quadrícules no totalment protegides (24 %, 9,7 % i 1,1 de mitjana, respectivament) que en les protegides (3,8 %, 3,8 % i 0,5).

Discussió

La riquesa total d'espècies d'ocells i la d'espècies amb un estat de conservació desfavorable a Europa (corresponents a les categories SPEC 2 i SPEC 3) es troben, en el Vallès Oriental, concentrades fora de la xarxa d'espais protegits. Les zones més afavorides per aquests grups d'espècies són els sectors menys urbanitzats de la plana vallesana per a les espècies hivernants i l'altiplà del Moianès i el sud d'Osona per a les nidificants. Tots aquests *hot spots* locals es caracteritzen per un paisatge agrícola o agroforestal, format per un mosaic de boscos i conreus. Les anàlisis realitzades (taula 2) corroboren la relació de la riquesa d'espècies d'aquests grups amb l'abundància de conreus i amb la diversitat de cobertes, i reforcen també els resultats obtinguts en un treball previ sobre el quadrant nord-occidental de l'àrea d'estudi (Pino *et al.*, 2000), i també els d'altres treballs que identifiquen la diversitat de cobertes com un factor molt relacionat amb la riquesa d'espècies d'ocells (Pearson, 1993; Farina, 1995; Miller *et al.*, 1997).

Aquest treball posa de manifest que el mosaic d'àrees agrícoles i agroforestals és també

particularment adequat per a la conservació d'espècies amb un elevat interès de conservació, espècies incloses en les categories SPEC 2 i SPEC 3. A escala europea, la progressiva forestalització del paisatge i la intensificació dels usos agrícoles i ramaders han determinat que les espècies pròpies d'aquests espais oberts, sotmesos a una gestió agrícola i ramadera tradicional, es trobin en conjunt més amenaçades que les pròpies d'ambients més forestals (Tucker & Heath, 1994; Preiss *et al.*, 1997). De fet, diversos seguiments de l'ornitofauna realitzats en la zona d'estudi i els seus voltants corroboren una tendència en aquest sentit (Baucells *et al.*, 1999; Ribas, 2000). Sovint, les espècies d'espais oberts són característiques de la regió mediterrània, mentre que les forestals acostumen a tenir una distribució més eurosiberiana (Prodon & Lebreton, 1981). D'altra banda, la coincidència dels patrons de distribució de la riquesa total i SPEC 2+3 i la consegüent correlació entre aquestes variables (taula 1) posa de manifest la utilitat de les variables SPEC 2+3 com a indicadors (*surrogates*) de la riquesa total i en la selecció d'àrees d'interès per a la conservació.

Les espècies incloses en la Directiva Ocells mostren un patró de distribució molt diferent del de la resta de grups estudiats (figura 3), ja que s'observa una certa preferència per les zones cobertes de matollar i prat, relativament elevades (cim del Matagalls, Pla de la Calma, punts dispersos del Moianès, el Bertí), però no sempre (serra de Marina, pla de Rocamora). Aquesta distribució dels *hot spots* es pot relacionar amb la presència de diverses espècies freqüents en hàbitats oberts (*Lanius collurio*, *Lullula arborea*, *Sylvia undata*). La riquesa d'espècies de la Directiva Ocells es correlaciona feblement amb la riquesa total (taula 1). Això posa de manifest que no podem fer servir aquest contingent d'espècies per a la detecció d'àrees d'interès per a la conservació del conjunt de l'ornitofauna.

Les àrees protegides del Vallès Oriental i els seus voltants acullen menys densitat d'espècies totals i SPEC 2+3, i també d'espècies hivernants de la Directiva Ocells que la resta del territori. L'abandonament de les explotacions agrícoles i ramaderes de muntanya durant el segle xx ha afavorit una recuperació espectacular de la coberta de bosc en espais protegits tan emblemàtics com el Montseny, Sant Llorenç del Munt o el Montnegre-Corredor (figura 2), que han acabat dominats pels paisatges forestals. La preservació d'aquestes àrees, riques en ecosistemes relativament madurs, probablement ha incidit positivament en la conservació de molts elements fràgils i valuosos (Boada, 1999; Carceller, 1999). Els hàbitats agrícoles, seminaturals, i fins i tot els forestals secundaris (matollars, pinedes), han rebut tradicionalment una atenció menor, a pesar que probablement mantenen una proporció gens menyspreable de la biodiversitat total i molts processos ecològics essencials. I a més, a causa del canvi d'usos del territori, moltes de les espècies d'aquests ambients poden estar entrant en regressió, com sembla que passa amb les aus en la zona d'estudi (Ribas, 2000; Baucells *et al.*, 1999) i en la conca mediterrània en general (Rocamora, 1997). Les espècies forestals que tenen més quantitat d'hàbitat protegit són les que, precisament, mostren un millor estat de conservació.

Els resultats indiquen, per tant, la necessitat d'engegar accions encaminades a conservar i potenciar les cobertes del sòl resultants d'un ús agroramader extensiu. I això cal fer-ho dins dels espais protegits, amb models de gestió que afavoreixin el manteniment d'una certa activitat agropastoral, i també fora d'aquests espais. Calen especialment mesures urgents que assegurin la protecció dels cada cop més escassos corredors agroforestals de les planes, especialment amenaçats i essencials per a la connectivitat a l'àrea metropolitana de Barcelona. I, encara, és cada vegada més evi-

dent la necessitat d'una visió més àmplia de la conservació que vagi més enllà de la delimitació de corredors, que sovint no solucionen els problemes de connectivitat o, fins i tot, serveixen de coartada per a desenvolupaments encara més insostenibles (Pino & Rodà, 1999). Les polítiques sectorials han de gestionar el territori des d'una visió més àmplia (Mallarach, 1999), reforçar la percepció que els espais agrícoles tenen sovint un valor natural considerable. Cal potenciar la multifuncionalitat d'aquests espais i revalorar-ne el paper com a fornidors d'hàbitat per a moltes espècies i mantenidors de processos ecològics essencials (Naveh & Liebermann, 1990), especialment en contextos humanitzats com l'àrea metropolitana de Barcelona.

Agraïments

La realització d'aquest treball ha estat possible gràcies a un conveni amb l'Àrea d'Espais Naturals de la Diputació de Barcelona i a la concessió d'una beca de formació d'investigadors per part de la Generalitat de Catalunya. També, gràcies a una beca del programa d'intercanvi d'estudiants entre la Universitat Autònoma de Barcelona i la Universitat de San Diego (Califòrnia).

Bibliografia

- BAUCELLS, J.; CAMPRODON, J. & ORDEIX, M. (1999). *La fauna vertebrada d'Osona*. Lynx. Barcelona.
- BOADA, M. 1999. Introducció. In: *Parcs naturals. Més enllà dels límits* (M. Boada. Ed.). Generalitat de Catalunya. Barcelona. p. 10-25.
- BURRIEL, J. A.; IBÁÑEZ J. J. & PONS, X. 2001. El Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña: herramienta para la gestión y la planificación territorial. In: *Montes para la sociedad del nuevo milenio. III Congreso Forestal Español* (Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Ed.). Coria Gráfica. Sevilla. Vol. 3. p. 83-89.

- CARCELLER, X. 1999. Territori, espais naturals i biodiversitat. In: *Parcs naturals. Més enllà dels límits* (M. Boada. Ed.). Generalitat de Catalunya. Barcelona. p. 120-131.
- FARINA, A. 1995. Distribution and dynamics of birds in a rural sub-Mediterranean landscape. *Landscape Urban Plann.*, 31: 269-280.
- FOLCH, R. (Ed.). 1988. *Natura ús o abús? Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans*. 2a ed. Barcino. Barcelona.
- GRACIA, C.; BURRIEL, J. A.; IBÀÑEZ, J. J. & MATA, T. 2000. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Regió Forestal V*. CREAF. Bellaterra.
- LEPART, J. & DEBUSSCHE, M. 1992. Human impact on landscape patterning: Mediterranean examples. In: *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows* (A. J. Hansen & F. di Castri. Eds.). Springer. New York. p. 76-106.
- MALLARACH, J. M. 1999. Els espais protegits de Catalunya i els nous paradigmes de la conservació. In: *Parcs naturals. Més enllà dels límits* (M. Boada. Ed.). Generalitat de Catalunya. Barcelona. p. 74-89.
- MILLER, J. N.; BROOKS, R. P. & CRONQUIST, M. J. 1997. Effects of landscape patterns on biotic communities. *Landscape Ecol.*, 12: 137-153.
- NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A. 1990. *Landscape Ecology*. Springer-Verlag. Nova York.
- PEARSON, S. M. 1993. The spatial extent and relative influence of landscape-level factors on wintering bird populations. *Landscape Ecol.*, 8: 3-18.
- PINO, J. & RODÀ, F. 1999. L'ecologia del paisatge: un nou marc de treball per a la ciència de la conservació. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.*, 67: 5-20.
- PINO, J.; RODÀ, F.; RIBAS, J. & PONS, X. 2000. Landscape structure and bird species richness: implications for conservation in rural areas between natural parks. *Landscape Urban Plann.*, 49: 35-48.
- PINO, J.; COMER, K. C.; RODÀ, F.; GUIRADO, M. & RIBAS, J. 2003. Determinantes de la riquesa de avifauna con diverso interés para la conservación en el área metropolitana de Barcelona. In: *Proceedings del VII Congreso de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. CREAF. Bellaterra. p. 1015-1030.
- PREISS, E.; MARTIN, J. L. & DEBUSSCHE, M. 1997. Rural depopulation and recent landscape changes in mediterranean region: consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecol.*, 12: 51-61.
- PRODON, R. & LEBRETON, J. D. 1981. Breeding avifauna of a Mediterranean succession: the holm oak and cork oak series in the eastern Pyrenees, 1. Analysis and modelling of the structure gradient. *Oikos*, 37: 21-38.
- RIBAS, J. 2000. *Els Ocells del Vallès Oriental*. Lynx. Barcelona.
- ROCAMORA, G. 1997. Mediterranean forest, shrubland and rocky habitats. In: *Habitats for Birds in Europe* (G. M. Tucker & M. I. Evans. Eds.). BirdLife International. Cambridge. p. 239-265.
- SUÁREZ-SEOANE, S.; OSBORNE, P. E. & BAUDRY, J. 2002. Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in northern Spain. *Biol. Conserv.*, 105: 333-344.
- TUCKER, G. M. & HEATH, M. F. (Ed.). 1994. *Birds in Europe. Their Conservation Status*. BirdLife International. Cambridge.