

Cavitats arbòries en fagedes del Montseny: disponibilitat, caracterització i importància per als ocells i altres vertebrats en relació amb l'estructura de l'hàbitat i la gestió forestal

Jordi Camprodon^{1,2}
i Josep Salvanyà¹

1. Àrea de Biodiversitat
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

2. Departament de Ciències Ambientals
Universitat de Vic

Resum

La disponibilitat de cavitats arbòries com a emplaçament dels nius s'ha descrit com un factor influent sobre la distribució i abundància dels ocells caviòles. La densitat de cavitats aptes està condicionada per la gestió forestal, que tendeix a retirar els arbres vells i malformats i els de determinada grandària. Aquest estudi descriu en primer lloc quina és la disponibilitat, tipologia i grau d'ocupació de les cavitats en arbre al Montseny, en comparació amb altres localitats catalanes de fageda, i en funció del grau de maduresa de l'arbrat. La densitat de cavitats està determinada per la morfologia i la grandària de l'arbre. La manca d'arbres de gran diàmetre (>35 cm de dbh) i bon port explica l'escassetat de cavitats a les fagedes explotades per a fusta. La majoria de les cavitats a les fagedes de rebrot del Montseny estan emplaçades en soca o rel a prop del terra, i són poc aptes per als ocells, si bé força ocupades per rosegadors. A les fagedes madures dominen les cavitats en tronc, originades per caiguda de branca o bé perforades per picot. La disponibilitat de cavitats en tronc es correlaciona amb la densitat d'ocells ocupants, molt més abundants als boscos madurs, malgrat que l'ocupació de cavitats ha estat molt baixa a totes les localitats durant el període de mostreig. Es discuteix si la disponibilitat i qualitat de les cavitats poden ser variables ecològicament avantatjoses per als ocells i altra fauna vertebrada, en reduir la competència i la depredació.

Paraules clau

Cavitats arbòries, ocells, picots, *Picidae*, mallerengues, *Parus* sp., pica-soques blau, *Sitta europaea*, petits mamífers, conservació, gestió forestal

Resumen

Cavidades arbóreas en hayedos del Montseny: disponibilidad, caracterización e importancia para los pájaros y otros vertebrados en relación con la estructura del hábitat y la gestión forestal

La disponibilidad de cavidades arbóreas para el emplazamiento de los nidos se ha descrito como un factor influyente sobre la distribución y abundancia de los pájaros caviòles. La densidad de cavidades aptas está condicionada por la gestión forestal, que tiende a retirar los árboles viejos y mal formados y los de determinado tamaño. Este estudio describe, en primer lugar, cuál es la disponibilidad, tipología y grado de ocupación de las cavidades en árboles en el Montseny, en comparación con otras localidades catalanas de hayedo, y en función del grado de madurez del arbolado. La densidad de cavidades está determinada por la morfología y el tamaño del árbol. La falta de árboles de gran diámetro (>35 cm de dbh) y buen porte explica la escasez de cavidades en los hayedos explotados para madera. La mayoría de las cavidades en los hayedos de rebrote del Montseny están emplazadas en tronco o raíz cerca del suelo y son poco aptas para los pájaros, aunque bastante ocupadas por los roedores. En los hayedos maduros dominan las cavidades en tronco, originadas por caída de rama o bien perforadas por pájaro carpintero. La disponibilidad de cavidades en tronco se correlaciona con la densidad de pájaros ocupantes, mucho más abundantes en los bosques maduros, aunque la ocupación de cavidades ha sido muy baja en todas las localidades durante el período de muestreo. Se discute si la disponibilidad y la calidad de las cavidades pueden ser variables ecológicamente ventajosas para los pájaros y otra fauna vertebrada para reducir la competencia y la depredación.

Palabras clave

Cavidades arbóreas, pájaros, pájaros carpinteros, *picidae*, herrerillos, *Parus* sp., trepador azul, *Sitta europaea*, pequeños mamíferos, conservación, gestión forestal

Abstract

Tree Cavities in Beech Forests in the Montseny Area: Availability, Nature and Importance for Birds and Other Vertebrates with regard to Habitat Structure and Forest Management

The availability of tree cavities for the placement of nests has been described as a factor influencing the range and abundance of cavity-dwelling birds. The density of suitable cavities is conditioned by forest management, which tends to remove old or poorly growing trees and those of a certain size. This study primarily describes the availability, typology and degree of occupation of cavities in trees in the Montseny region, as compared to other Catalan beech tree forests and according to the degree of maturity of the groves. The density of cavities depends on the morphology and size of each tree. The lack of trees of a large diameter (>35 cm in DBH) and good height explains the scarcity of cavities in beech stands used for timber. The majority of cavities in beech stands of sprout origin in the Montseny area are located in the base or root area near or on the ground and are hardly suitable for birds, though they are quite often occupied by rodents. In mature beech forests, trunk cavities predominate, originated by a branch falling or perforated by a woodpecker. The availability of trunk cavities is correlated with the density of occupying birds, much more abundant in mature forests, though the occupation of cavities was very low in all areas during the sampling period. It is being considered whether the availability and quality of cavities could be ecologically advantageous variables for birds and other vertebrate fauna to reduce competition and predation.

Keywords

Tree cavities, birds, woodpeckers (*Picidae*), tits (*Parus* sp.), nuthatch (*Sitta europaea*), small mammals, conservation, forest management

Introducció

Les cavitats arbòries s'han descrit com un factor influent sobre la distribució i abundància dels ocells i altres vertebrats cavícoles (ocupants de cavitats) del bosc, com ara quípters i alguns rosegadors, els quals utilitzen els forats naturals en arbre, terra o roca com a cambra de nidificació, dormidor, magatzem o refugi temporal (BEEBE, 1974; RAPHAEL I WHITE, 1984; EHNSTRÖM I WALDÉN, 1986; HAGVAR, 1991; ROLSTAD, 1991; NEWTON, 1994). No totes les cavitats es poden considerar igual d'òptimes per ser ocupades per una o altra espècie animal, sinó que les seves qualitats afecten el rendiment de la reproducció, el risc de depredació, la competència i territorialitat i l'elecció de la parella (NILSSON, 1975, 1984 I 1987; ALATALO *et al.*, 1988; MÖLLER, 1989). Normalment el límit d'edat o grandària dels arbres en peu en un bosc gestionat, on es tallen els arbres a partir de cert diàmetre, no facilita que es constitueixin cavitats naturals o bé dificulta que les espècies de píccids, en particular el picot negre (*Dryocopus martius*), com a espècie de major grandària, trobin troncs idonis per excavar els seus nius.

En aquest article es descriu la disponibilitat i tipologia de cavitats a les fagedes del Montseny, comparades amb altres localitats de fageda catalanes, prospectades pels mateixos autors (CAMPRODON, 2003), i es discuteix la importància ecològica d'aquest recurs, en principi limitant per a l'abundància i distribució de la fauna. El faig és un bon arbre per formar cavitats naturals a mesura que envellix o està sotmès a pertorbacions o accidents, de manera molt més manifesta que les coníferes i que altres planifolis (SANDSTRÖM, 1992). Per tant, esdevé un bon substrat per als vertebrats cavícoles, entre els quals destaquen fins a 11 espècies d'ocell a les fagedes catalanes i 13 per al conjunt dels Pirineus.

Metodologia

L'àrea d'estudi inclou diverses localitats del Montseny, des de Santa Fe a Sant Marçal i Collpregon, les quals s'han comparat amb altres localitats de fageda emplaçades entre la Serralada Transversal i el Prepirineu i Pirineu oriental, d'ara endavant designades com a fagedes prepirinenques (taula 1). A les diferents localitats es van seleccionar diferents estructures afectades per diversos graus d'intervenció silvícola: 1) fagedes madures de llavor amb un domini d'arbres de més de 40 cm de diàmetre normal o dbh (FM); 2) fagedes aclarides amb aspecte de bosc de llavor (FA), tractades en forma de tallades de selecció amb diàmetre de tala entorn els 40-45 cm de dbh i 3) fagedes defectives o de rebrot (FD), totes localitzades al Montseny, amb un estrat arbori poc desenvolupat, amb peus de rebrot i dèficit d'arbres de 30-35 cm de dbh.

Es va seguir un mostreig estratificat entre els anys 2001 i 2002, mitjançant parcel·les circulars de 10 m de radi. Cada parcel·la o unitat de mostreig constava de 8 subparcel·les circulars de 10 metres de radi, que en total sumaven 0,25 ha de superfície. A cada subparcel·la s'inspeccionaven tots els arbres de dbh igual o superior a 10 cm, així com les soques, els murs de pedra i els afloraments rocosos, a la recerca de cavitats.

Per relacionar la disponibilitat de cavitats amb la presen-

cia i abundància d'ocupants, es van efectuar estacions d'escolta quantitatives (TELLERÍA, 1986; BIBBY *et al.*, 1992) de 20 minuts de durada i 100 m de radi d'acció a primera hora del matí entre els mesos d'abril i maig dels anys 1997-2002. Es van realitzar tres escoltes per parcel·la de cavitats. Complementàriament, per als picots es van realitzar escoltes amb reclam (10' d'exposició) en els diferents hàbitats favorables per a cada espècie durant els mesos de març i abril.

L'anàlisi de la variància ha permès distingir l'existència de diferències estadísticament significatives entre models estructurals de fageda per les diferents tipologies de cavitats, per mitjà del test de Tukey Honest Significant Difference (SOKAL I ROHLF, 1995) per a mides mostrals desiguals.

Resultats

S'han realitzat 44 parcel·les en fagedes del Montseny, a les quals s'han d'afegir 28 parcel·les en fagedes prepirinenques (taula 1). S'han distingit diferents tipologies de cavitats, en funció del seu origen o emplaçament. Una primera distinció, en funció de l'emplaçament, correspon a les de les cavitats en soca i rel, cavitats en tronc i branca i cavitats en roca i en terra. Les cavitats en tronc són les més complexes, ja que s'hi distingeixen diferents tipologies en funció del seu origen: cavitats excavades per picot, cavitats originades per caiguda de branca i podriments posterior de la ferida, cavitats per esquerdada en tronc o branca i finalment, xemeneies o cavitats obertes formades per trencament i descomposició del cap d'un tronc.

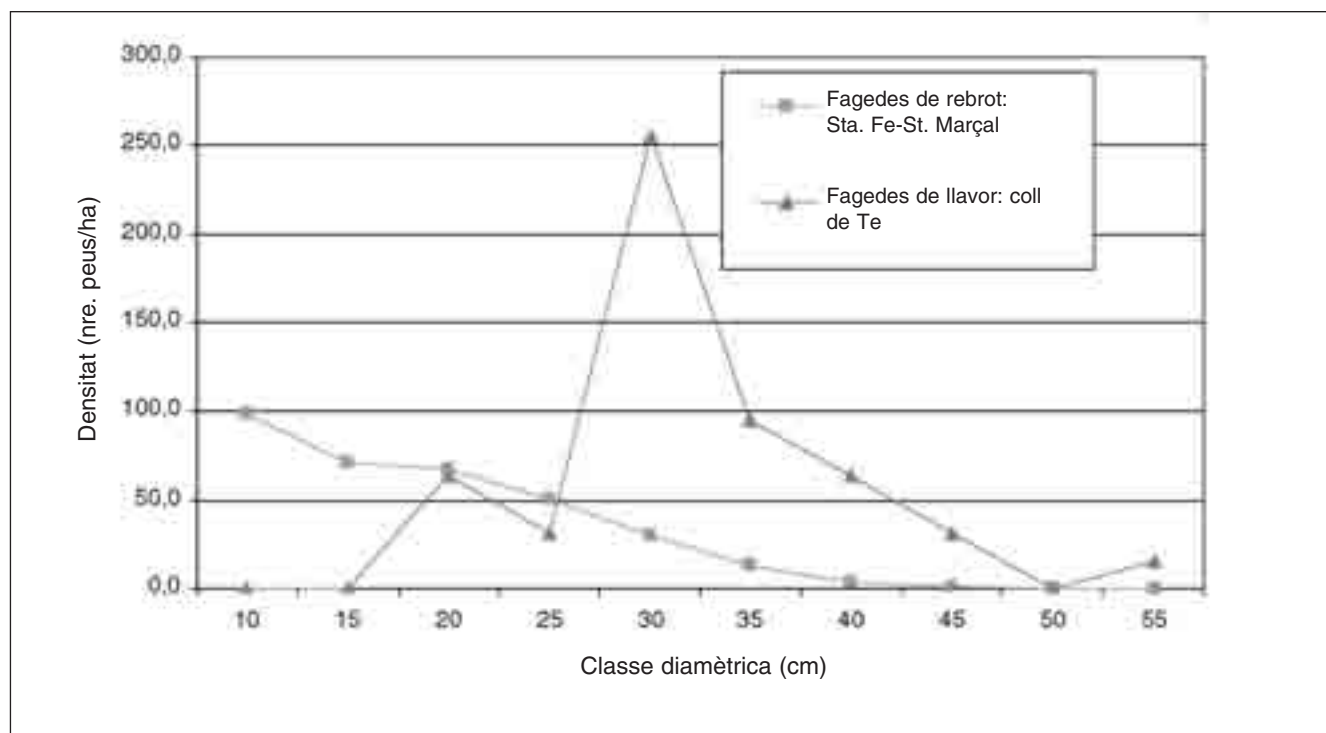
Les fagedes del Montseny estan poc proveïdes de cavitats en tronc o en branques gruixudes, tant de formació accidental com perforades per picots. No obstant, en general són riques en cavitats en soca i rel, sobretot les fagedes amb soques velles i rebrots abundants, generalment emplaçades en pendents forts (taula 2). També apareix una certa abundància de cavitats en afloraments rocosos i als marges terrossos de les pistes forestals. Aquesta situació és la majoritària a les fagedes del Montseny, i es correspon amb l'estructura de bosc menut o de rebrot (fig. 1). Les cavitats en soca i rel s'originen per podriments a partir de la caiguda o tala d'un rebrot de soca o bé per l'aflorament i imbricació de rels. A vegades es tracta de cavitats mixtes entre una soca, una arrel i un aflorament rocós o forat al terra. La majoria de cavitats s'emplacen arran de terra i, si s'enfilen, generalment no superen els pocs centímetres d'altura (fig. 2).

La densitat i tipologia de les cavitats difereix considerablement a les escasses mostres de bosc de llavor (o amb aspecte de bosc gros), com algunes parts de la fageda de coll de Te, amb major densitat d'arbres considerablement grans i estaquas o arbres morts i desbrancats en peu, que la majoria de fagedes del massís. En efecte, la densitat de cavitats en tronc atansa les 8,7 cavitats/ha, quasi en la seva totalitat nius de picot: 16 cavitats de picot garser gros (*Dendrocopos major*), 4 cavitats de picot negre (*Dryocopus martius*) i 3 cavitats de picot verd (*Picus viridis*). No obstant, si es consideren únicament les cavitats en peus diferents, la densitat es redueix a 3,2 arbres amb cavitat apta per hectàrea i una mediana de 2 cavitats per arbre. A les fagedes defectives o de rebrot només s'han trobat 6 cavitats

Taula 1. Situació geogràfica i nombre d'unitats de mostreig per cada localitat d'estudi.

Localitat	Unitat geogràfica	Municipi	Comarca	Nombre parcel·les	Nombre subparc.
<i>Fagedes defectives</i>					
Mines de St. Marçal	Montseny	Viladrau	Osona	3	24
St. Marçal	Montseny	Arbúcies	Selva	4	32
Agudes	Montseny	Montseny	Vallès Or.	14	112
El Regàs1	Montseny	Arbúcies	Selva	3	25
El Regàs2	Montseny	Arbúcies	Selva	10	80
Pont Viu	Montseny	Arbúcies	Selva	5	40
<i>Fagedes aclarides</i>					
Collpregon	Montseny	Viladrau	Osona	4	32
Rajols	Sistema Transversal	Tavertet	Osona	3	24
Bracons	Sistema Transversal	St. Pere de Torelló	Osona	2	16
Curull	Prepirineu	St. Pere de Torelló	Osona	4	32
Baga d'en Santa	Prepirineu	St. Pere de Torelló	Osona	4	32
Bellmunt	Prepirineu	Sta. Maria de Besora	Osona	5	40
Baga dels Ferrers	Prepirineu	Sta. Maria de Besora	Osona	2	16
<i>Fagedes madures</i>					
Coll de Te	Montseny	Arbúcies	Selva	1	8
La Massana	Pirineu Oriental	Argelès de la Marenda	Rosselló	2	16
Grevolosa	Sistema Transversal	St. Pere de Torelló	Osona	2	17
Milany	Prepirineu	Vallfogona del Ripollès	Ripollès	1	8
Gresolet	Prepirineu	Salades	Berguedà	2	16
Sauva Negra	Moianès	Castellcir	Bages	1	8

Figura 1. Distribució diamètrica de les fagedes en estudi.

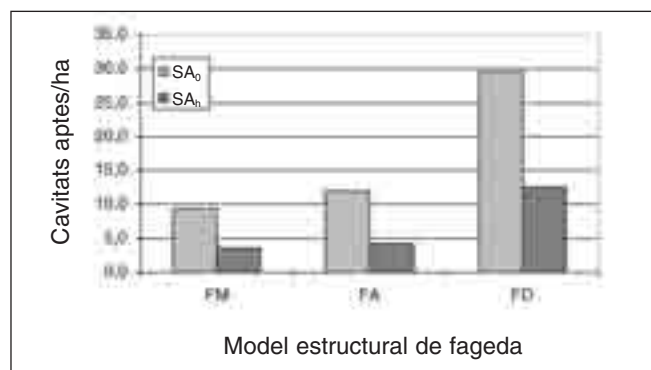


aptes de picot garser gros (densitat de 0,1 cavitats/ha) i cap per a la resta de píccids per a un nombre de superfície prospectada molt superior a la fageda madura de coll de Te.

No s'observen diferències significatives entre la densitat de cavitats en tronc del Montseny amb la densitat de cavitats de les fagedes aclarides de la zona prepirinenca. No és així en el cas de les fagedes madures de la mateixa zona, on la densitat de cavitats en tronc és realment elevada (tau-

la 2). En canvi, les cavitats en soca i rel o en substrats rocosos són més abundants a les fagedes defectives del Montseny respecte als altres models estructurals de bosc. Pel que fa a les cavitats totals, les fagedes defectives del Montseny no difereixen significativament respecte als boscos madurs, però si s'exclouen les cavitats arran de terra o es prenen només les cavitats en tronc, les diferències són molt notables.

Figura 2. Disponibilitat de cavitats en soca i rel aptes per a ocells en les diferents estructures de fageda. SA₀: cavitats a l'altura del sòl, SA_h: cavitats per sobre el nivell del sòl, FM: fagedes madures, FA: fagedes aclarides, FD: fagedes defectives.



Disponibilitat i ocupació de cavitats i abundància d'ocupants

El nombre de cavitats ocupades al Montseny per alguna espècie de vertebrat ha estat escassa durant el mostreig. Pel que fa als ocells no ha superat el 3% de les cavitats aptes registrades. Només s'ha detectat una ocupació temporal (com a refugi i magatzem d'aliments) relativament nombrosa en el cas dels petits mamífers (*Apodemus* sp., principalment), pel que fa a les cavitats en soca i rel. En aquest cas es van trobar senyals d'ocupació de rosegadors en el 35% de les cavitats (taula 3).

Els censos d'ocells realitzats a les mateixes parcelles de mostreig de cavitats permeten relacionar l'abundància d'excavadors, grimpadors i pàrids per estació de mostreig amb la disponibilitat de cavitats. En la taula 4 es mostra l'abundància mitjana d'ocells i gremis per estació d'escolta, així com les diferències significatives entre hàbitats. En general, les fagedes del Montseny obtenen uns valors d'abundància d'espècies significativament inferiors a les fagedes madures, excepte per a les mallerengues emplomallades (*Parus cristatus*), petites (*Parus ater*) i carbone-

res (*Parus major*). Els contactes de mallerenga blava (*Parus caeruleus*) són significativament superiors a les fagedes madures respecte de les altres estructures. El pica-soques blau (*Sitta europaea*) i el raspinell comú (*Certhia brachydactyla*) apareixen a totes les estacions de fagedes madures, són escassos a les fagedes aclarides prepirinenques i rars al Montseny.

El picot verd, el picot negre i la mallerenga d'aigua són presents a quasi totes les localitats de fageda madura prepirinenca i escassos o rars a les fagedes aclarides, i absents a les fagedes del Montseny. No obstant, a partir de l'any 2002 es van realitzar les primeres observacions en ple Montseny i es van localitzar els primers nius de picot negre en una localitat de fageda madura de l'interior del massís.

Els valors d'abundància d'ocells i gremis per al conjunt de localitats mostrejades es correlacionen positivament amb la disponibilitat de cavitats en arbre.

A continuació s'extreuen els resultats principals al respecte, obtinguts per Camprodon (2003). L'abundància de picots es correlaciona positivament amb la densitat de cavitats excavades, tot i que el valor de la correlació és moderat ($r = 0,66$ i la variància explicada és del 42,99%). El pica-soques blau i el raspinell comú es correlacionen significativament de manera moderada amb la densitat de cavitats de picot ($r = 0,68$ i variància explicada del 46,59%) i més forta per al conjunt de cavitats de tronc ($r = 0,75$ i variància explicada del 56,21%). Els pàrids es correlacionen de manera molt lleu amb la densitat de cavitats. La millor correlació s'estableix amb la densitat conjunta de cavitats de picot i branca ($r = 0,44$ i variància explicada del 19,58%).

Pel que fa a la densitat de cavitats en soca i rel no s'estableix cap correlació significativa amb cap espècie o gremi. Finalment, la riquesa total d'ocupants de cavitats per unitat de mostreig es correlaciona amb la densitat de cavitats de picot i branca amb un valor de correlació moderadament fort ($r = 0,73$ i variància explicada del 53,68%).

Taula 2. Tipologia i densitat de cavitats en fagedes del massís del Montseny i comparació amb fagedes de les serralades Transversal i Prepirinenca. S'indiquen els valors mitjans i les desviacions típiques i els resultats del test ANOVA entre hàbitats. Per a la comparació de mitjanes de cada variable s'ha utilitzat el test de Tukey HSD, els resultats del qual s'indiquen a sobre cada valor: a, valor/s més alts; b, amb dif. sign. respecte a ($p < 0,05$); c, amb dif. sign. respecte b.

Variable	Defectives Montseny	Aclarides Prepirineu	Madures Prepirineu	F	p
SA ₀	28,57 ± 24,15 ^a	11,94 ± 9,75 ^b	8,85 ± 14,86 ^b	11,29	<0,001
SA _h	12,24 ± 10,58 ^a	4,30 ± 5,73 ^b	1,49 ± 2,96 ^b	10,38	<0,001
RTE	9,49 ± 10,71 ^a	3,02 ± 5,17 ^b	0,44 ± 1,25 ^b	7,37	<0,01
T	2,65 ± 4,50 ^b	1,59 ± 4,14 ^b	51,01 ± 27,15 ^a	63,74	<0,001
B	0,20 ± 0,89 ^b	0,32 ± 1,10 ^b	9,17 ± 11,96 ^a	14,18	<0,001
P	0,10 ± 0,64 ^b	0,32 ± 1,59 ^b	25,87 ± 19,14 ^a	37,84	<0,001
CB	1,94 ± 3,75 ^b	1,27 ± 2,98 ^b	29,35 ± 21,05 ^a	37,94	<0,001
E	0,10 ± 0,64 ^b	0,00 ^b	5,97 ± 12,76 ^a	5,93	<0,05
X	0,82 ± 2,08	0,32 ± 1,10	1,49 ± 2,06	1,00	n.s.
Total 1	52,65 ± 34,45 ^a	20,93 ± 14,19 ^b	73,46 ± 48,64 ^a	15,45	<0,001
Total 2	24,08 ± 16,71 ^b	8,99 ± 7,62 ^c	71,97 ± 48,38 ^a	25,47	<0,001
Total 3	43,16 ± 28,03 ^b	17,91 ± 11,58 ^c	73,02 ± 48,57 ^a	16,92	<0,001
	(39)	(8)	(24)		

SA₀: Cavitats en soca i arrel aptes per a amfibis, petits mamífers i/o ocells. Forat entre 2,5 i 5 cm i més de 10 cm de fondària. SA_h: Cavitats en soca i arrel aptes per a pàrids. Inclou només les emplaçades per sobre el nivell del terra. No obstant, els pàrids, sobretot la mallerenga petita, també poden ocupar cavitats arran del sòl. RTE: Cavitats en roca o al terra. T: Cavitats emplaçades en tronc o canó de l'arbre. B: Cavitats en branca gruixuda. P: Cavitats de picot (picot verd, picot negre i picot garser gros). CB: Cavitats originades per caiguda de branca. E: Esquerdes en tronc o branca que formen cavitat. Aptes per a raspinell. X: Cavitat en tronc en forma de xemeneia. Aptes per a pàrids. Total 1: Cavitats totals. Total 2: Cavitats totals per sobre el nivell del sòl. Total 3: Cavitats totals en arbre (excloses roca i terra).

Taula 3. Cavitats ocupades per vertebrats durant la prospecció de disponibilitat de cavitats en fagedes defectives del Montseny. S: soca, A: arrel, T: tronc, P: picot, E: esquerra, X: xemeneia, R: roca, Te: terra. Entre parèntesi s'indiquen els nius trobats en itineraris fora els límits de la parcel·la.

Espècie	Total	S	A	T	P	E	X	R	Te
<i>Salamandra salamandra</i>	1	1							
<i>Bufo bufo</i>	1	1							
<i>Podarcis muralis</i>	2							2	
<i>Picus viridis</i>					(1)				
<i>Dendrocopos major</i>					(2)				
<i>Parus ater</i>	1	1 (1)							(1)
<i>Parus caeruleus</i>	1			1					
<i>Parus major</i>	1						1		
<i>Sitta europaea</i>					(1)				
<i>Apodemus</i> sp.	186	40	84					40	4
Total ocells	3	1	0	1	(2)	0	0	0	(1)
Total vertebrats	193	42	84	1	(2)	0	1	42	4
Índex ocupació ocells (%)	0,7	0,6	0	3,8	0	0	1	0	4
Índex ocupació vert. (%)	36,6	26,5	35,3	3,8	0	0	12,5	49,4	100

Taula 4. Nombre de contactes d'ocells i gremis per estació de mostreig a les diferents fagedes d'estudi. S'indiquen els valors mitjans i les desviacions típiques i els resultats del test ANOVA entre hàbitats. Per a la comparació de mitjanes de cada variable s'ha utilitzat el test de Tukey HSD, els resultats del qual s'indiquen a sobre cada valor: a, valor/s més alts; b, amb dif. sign. respecte a ($p < 0,05$); c, amb dif. sign. respecte b; ab, valors entre a i b. Gremis: pícids o excavadors de cavitats en arbre (pícots verd, negre i garser gros), grimpadors en tronc (pica-soques blau i raspinell) i pàrids (mallerengues d'aigua, petita, emplomallada, blava i carbonera). Al final s'indica la riquesa específica (nombre d'espècies) i abundància (nombre d'individus) del conjunt d'espècies considerades per estació de mostreig.

Espècie/gremi	Defectives Montseny	Madures Prepirineu	Aclarides Prepirineu	F	p
<i>Picus viridis</i>	0,00 ^b	0,45 ± 0,46 ^a	0,00 ^b	44,58	<0,001
<i>Dryocopus martius</i>	0,00 ^b	0,63 ± 0,52 ^a	0,28 ± 0,46 ^b	13,24	<0,001
<i>Dendrocopos major</i>	0,03 ± 0,16 ^b	1,13 ± 0,64 ^a	0,32 ± 0,48 ^b	18,36	<0,001
<i>Parus palustris</i>	0,00 ^b	0,63 ± 0,52 ^a	0,12 ± 0,33 ^b	7,04	<0,001
<i>Parus criatus</i>	0,74 ± 0,82	0,63 ± 0,52	0,28 ± 0,74	3,90	n.s.
<i>Parus ater</i>	0,79 ± 0,77 ^a	0,63 ± 0,52 ^{ab}	0,76 ± 0,83 ^a	4,38	<0,01
<i>Parus caeruleus</i>	0,41 ± 0,55 ^b	1,38 ± 0,52 ^a	0,56 ± 0,65 ^b	7,54	<0,001
<i>Parus major</i>	0,62 ± 0,71	1,00 ± 0,76	0,56 ± 0,82	0,91	n.s.
<i>Sitta europaea</i>	0,08 ± 0,27 ^c	1,50 ± 0,53 ^a	0,16 ± 0,37 ^c	36,66	<0,001
<i>Certhia brachydactyla</i>	0,00 ^c	1,25 ± 0,56 ^a	0,08 ± 0,28 ^c	38,38	<0,001
Pícids	0,03 ± 0,16 ^b	2,50 ± 1,31 ^a	0,60 ± 0,91 ^b	36,61	<0,001
Grimpadors	0,08 ± 0,27 ^c	2,75 ± 0,89 ^a	0,24 ± 0,60 ^c	48,29	<0,001
Pàrids	2,59 ± 2,85 ^b	4,25 ± 1,67 ^a	2,28 ± 2,07 ^b	3,09	<0,05
Riquesa específica	2,21 ± 1,28 ^b	7,63 ± 1,79 ^a	2,64 ± 2,08 ^b	25,70	<0,001
Abundància	2,69 ± 2,04 ^b	9,50 ± 3,25 ^a	3,12 ± 2,52 ^b	20,63	<0,001
	(39)	(8)	(24)		

Discussió

Condicions de l'arbre que determinen la formació accidental de cavitats

L'escassetat de cavitats en tronc a les fagedes del Montseny pot explicar-se per l'escàs diàmetre normal del conjunt de les masses de fageda. És prou coneguda la correlació positiva entre la densitat de cavitats, el diàmetre normal del tronc i el diàmetre del tronc a l'altura de la cavitat (SANDSTRÖM, 1992; CAMPRODON, 2003). Així, si es comparen les fagedes de rebrot del Montseny amb les fagedes madures de la zona prepirinenca, s'observen diferències molt significatives en la densitat i tipologia de les cavitats. En el conjunt de fagedes del nord-est català s'observa com la probabilitat d'un arbre de presentar cavitats en tronc originades per picot o de formació accidental per caiguda de branca, esquerra o altre origen, s'incrementa considerablement a partir de la classe diametral 55, mentre que per sota la classe 35 el percentatge d'arbres amb cavi-

tats d'origen natural en tronc no arriba a l'1% del total de peus vius del bosc. Per a les classes 15-25 el nombre de cavitats és extremadament baix, bàsicament de picot, esquerra o xemeneia i, en part, corresponen a arbres secs i desbrancats en peu (CAMPRODON, 2003).

Estudis diversos assenyalen diferents factors biològics, a més del diàmetre del tronc, que determinen la densitat de cavitats en arbre d'un bosc: la composició d'espècies arbòries, l'edat de l'arbre, la quantitat de fusta en descomposició en forma d'estaques o el grau d'intervenció del bosc (EDINGTON I EDINGTON, 1972; BOYER, 1976; VAN BALEN *et al.*, 1982; WALANKIEWICZ, 1991; SANDSTRÖM, 1992). Les densitats de cavitats que aporten aquests estudis són molt variables, en funció dels factors anteriors, oscil·lant entre 0,08 a 72,0 cavitats/ha, per 73,5 a les fagedes madures catalanes (CAMPRODON, 2003). Seguint aquests autors, les majors densitats s'assoleixen en boscos madurs, on abunden els arbres caducifolis vells (entre els quals el faig, que és un bon candidat per formar

cavitats), de gran diàmetre, amb malformacions, cicatrius, esquerdes i podriments que poden originar cavitats aptes per als ocells i altres vertebrats. Els arbres decrepits o morts, en especial les velles estakes d'almenys 20 cm de dbh, són propenses a originar cavitats de forma accidental i a ser escollides de forma preferent pels picots. Al Montseny els arbres poc vitals o secs es concentren a les carenes més exposades als llamps i altres agents atmosfèrics. No obstant, acostumen a ser escassos en el còmput global, en bona o major part perquè són retirats pels silvicultors, amb la qual cosa es perd un factor important d'oferta de cavitats.

Tant en el cas de les escasses mostres de fustal mitjanament madur al Montseny, com en el conjunt de fagedes analitzades, s'observa la tendència que els millors troncs tinguin més d'una cavitat. Per aquesta raó i per la concentració d'arbres gruixuts o estakes per zones o per bosquets, les cavitats generalment no estan repartides de forma homogènia sinó que sol haver-hi una tendència a l'agregació.

Cavitats de picot

Tot i que un arbre vell i malformat pot oferir magnífiques cavitats, els picots troben un major atractiu en els peus amb troncs gruixuts, alts, rectes i desbrancats. Els nius de picot generalment s'emporten per sota el brancatge principal, malgrat que puguin existir algunes branques laterals properes al niu, i generalment prefereixen arbres decrepits i morts, sobretot el picot garser gros (WINKLER *et al.*, 1995; SMITH, 1997; CAMPRODON, 2003). S'ha descrit la importància dels picots en la construcció de cavitats per a ocupants secundaris (HAAPANEN, 1965; BEEBE, 1974; JOHNSON *et al.*, 1990, etc.). En el cas de les fagedes del Montseny els picots semblen tenir certa importància en l'oferta de cavitats en les masses arbrades de major port, ja que representen la major part de cavitats en tronc. També s'ha observat com la totalitat dels nius de pica-soques blau s'emportaven en forats vells de picot garser gros.

Probablement els diàmetres de la majoria o bona part dels faigs del Montseny són insuficients o poc atractius per als picots, en especial per al picot negre, que necessita diàmetres normals d'almenys 35 cm per excavar els nius, tot i que selecciona preferentment arbres més gruixuts i de tronc recte sense branques, entre els quals el faig és un dels arbres predilectes (WINKLER *et al.*, 1995; MARTÍNEZ-VIDAL, 2001; COLMANT, 1995, 1996; CAMPRODON, 2003). Així doncs, les fagedes del Montseny estan encara lluny de presentar bones condicions per a l'espècie. Això explicaria la localització de l'espècie a les zones més madures, de colonització molt recent.

Cavitats en soca i roca

L'abundància de cavitats en soca i rel al Montseny es pot explicar pels factors següents: 1) Estructura de bosc de rebrot de la major part de fagedes. Deriven de boscos intensament explotats fins a la meitat del segle XX per a l'obtenció de llenya i carbó. Aquest model d'ús, portat a terme durant generacions humanes, ha originat soques velles i de grans dimensions, a vegades superiors a un metre de secció. La selecció continuada de tanys i l'efecte lent però persistent de la putrefacció ha conduït cap a la formació de nombroses cavitats en soca i rel. 2) El fort pendent dels vessants amb sotabosc escàs ha facilitat l'e-

rosió del sòl i ha tibat els arbres a oposar-se a la reptació. En conseqüència, s'han desenterrat arrels i roques i els arbres han hagut de retorçar les soques per aconseguir la verticalitat, processos que faciliten les malformacions i contactes arbre-sòl, que poden conduir a la gènesi de cavitats.

Tot i la seva abundància, les cavitats en soca i rel són relativament poc seleccionades pels ocells, malgrat que *a priori* tinguin dimensions aptes. Els únics ocells que, en principi, poden ocupar-les són els pàrids, i probablement també el gamarús (*Strix aluco*), ja que poden criar perfectament arran o prop del sòl. La poca aptitud per als ocells pot estar condicionada pels factors següents: 1) La majoria de cavitats en soca i rel estan emplaçades a ran del terra, sobretot les cavitats en rel. Aquesta situació les fa més vulnerables a la depredació i competència amb organismes terrestres. Per exemple, el ratolí de bosc ocupa una tercera part de les cavitats en soca, cavitats que queden fora de servei per als pàrids. Alhora, el ratolí pot depredar sobre els nius dels ocells. 2) Grandària del forat. Moltes cavitats tenen forats molt grans, ja que deriven de tanys tallats, amb entrades superiors a 10 cm de diàmetre i d'altres tenen una cambra insuficient de poc més de 10 cm de fons. 3) Sovint es troben inutilitzades perquè estan plenes d'aigua o fullaraca humida.

En principi, les cavitats en soca més aptes per als ocells serien aquelles situades a una certa altura i d'orificis petits i cambres fondes. Tanmateix, no s'estableix una correlació entre la disponibilitat de cavitats en soca o rel i l'abundància de pàrids. Aquestes dades indiquen que en principi no són un recurs limitat per als pàrids a les fagedes de rebrot del Montseny, on gràcies també a les cavitats en roca, troben abundants oportunitats per escollir l'emplaçament del niu i seleccionar, alhora, la millor qualitat de cavitat. Dels sis nius trobats prop o fora de parcel·la durant el mostreig (taula 4), dos eren en forats entre terra i roca, dos en soca a uns 30-50 cm del sòl i dos en tronc a més de 50 cm del sòl.

Les roques i el sòl són un substrat relativament poc condicionat per la gestió forestal. La seva disposició depèn d'entrada de l'orogènia, el pendent i l'actuació de processos erosius. No obstant, és evident que la gestió pot influir en la pèrdua de sòl, en disminuir la coberta arbrada i en obrir camins forestals (cavitats en talussos terrossos i murs de pedra), emplaçament no gens menyspreable per a la mallerenga petita. No obstant, probablement les cavitats en roca o al terra només són una alternativa per als ocells a les cavitats arbòries, que ostenten un ús preferent. Recolza aquesta hipòtesi l'elevada ocupació de caixes niu en fagedes aclarides, amb poca disponibilitat de cavitats en fusta (CAMPRODON, 2003). Alhora, probablement les cavitats en roca estiguin menys aïllades tèrmicament que les cavitats en fusta, sobretot si estan emplaçades al tronc i a una certa altura i poden ser ocupades menys fàcilment per altres vertebrats. Per exemple, els rosegadors poden exercir una pressió depredatòria i de competència sobre els pàrids pel que fa a l'ocupació de cavitats ran del terra. El baixíssim recobriment arbustiu de moltes fagedes fa que els rosegadors només trobin un substrat de refugi, bàsic per amagar-se dels depredadors, a l'interior de cavitats en arbre o bé de roca o de terra. Per tant, les cavitats en soca i rel són un recurs valuós per als petits mamífers de bosc.

Relació entre la disponibilitat de cavitats i els seus ocupants

El baix índex d'ocupació de cavitats per part de la major part dels vertebrats —els ratolins en serien l'excepció— coincideix amb altres estudis (SANDSTRÖM, 1992), fet que assenyala que la disponibilitat de cavitats no sembla un factor determinant de l'abundància d'ocells cavícoles. Diferents estudis han apuntat la idea que les cavitats arbòries són un factor limitant en un bosc en relació amb l'estructura de l'arbrat (BEEBE, 1974; RAPHAEL I WHITE, 1984; EHNSTRÖM I WALDÉN, 1986; HAGVAR, 1991; ROLSTAD, 1991; NEWTON, 1994), en ser un recurs escàs, que els ocells seleccionen en funció de la seva qualitat per tenir major probabilitat d'èxit en la cria: major confort i defensa contra predadors i competidors. Altres estudis (NILSSON *et al.*, 1985; SANDSTRÖM, 1992) i revisions (AVERY I LESLIE, 1990) no apunten aquests resultats, en trobar índexs molt baixos d'ocupació. Diversos autors suggereixen altres factors com la disponibilitat d'aliment a l'hivern (NILSON, 1979; NILSON *et al.*, 1985, per a les mallerengues d'aigua i carbonera), la pressió de depredació (WALANKIEWICZ, 1991 per al papamosques de collar, *Ficedula albicollis*), la composició d'espècies arbòries o l'existència de fusta morta (NILSON, 1979; SANDSTRÖM, 1992).

Tanmateix, aquest estudi estableix una bona correlació de l'abundància d'ocells cavícoles amb la maduresa del bosc. Sense descartar la influència d'altres factors, com la major disponibilitat de recursos tròfics, probablement les cavitats de bona qualitat poden exercir una influència decisiva en la selecció de les formacions arbrades madures, amb major disponibilitat d'aquest recurs. Aquesta hipòtesi ha estat contrastada a les mateixes localitats en estudi, gràcies a l'experimentació per mitjà de caixes niu per a pàrid model GACO 2000 (BAUCELLS *et al.*, 2004), les quals s'interpreten com a emplaçaments d'alta qualitat per al niu (CAMPRODON, 2003). L'experiment va consistir a emplaçar caixes niu en diferents localitats de fageda, en bona mesura incloses en aquest estudi, on variava la disponibilitat de cavitats en arbre. L'ocupació de les caixes va ser cada any (1999-2003) clarament superior a les fagedes amb escassa disponibilitat de cavitats en tronc, alhora que va augmentar la densitat de mallerenga blava i mallerenga carbonera en els indrets amb poques cavitats. Recolza, aquests resultats, l'increment de la densitat del pica-soques blau a les fagedes de rebrot del Montseny, gràcies a l'ocupació d'algunes caixes niu per a pàrid. Probablement, doncs, és més influent en la selecció de l'hàbitat per part dels ocells cavícoles la qualitat de les cavitats, que la seva densitat total. *A priori*, les cavitats a certa altura del sòl, aïllades dels agents meteorològics adversos (pluja, humitat, vent) i d'entrada ajustada a la mida del seu ocupant, poden ser un factor decisiu per a la selecció del territori de cria.

Conclusions aplicades

L'estructura actual de les fagedes del Montseny, amb una manca generalitzada d'arbres grans i fusta morta, no afavoreix l'increment de cavitats en arbre a curt termini, aptes per a l'emplaçament del niu de la major part d'ocupants secundaris de cavitats, principalment ocells i quiròpters. Tampoc no són favorables per a l'excavació de nius de picot, en especial per al picot negre, ocell que escull arbres

d'un mínim de 35 cm de diàmetre normal. Només abunden les cavitats en soca i arrel que, com s'ha comentat, són poc aptes per a la majoria d'ocupants.

Seria recomanable, doncs, incrementar les variables de maduresa dels boscos, tant pel que fa al diàmetre mitjà de la massa, com per a la distribució d'una densitat considerable d'arbres vells de gran diàmetre. Una densitat elevada d'arbres de bon port i diàmetres normals de 35-45 cm beneficiaria per partida doble la consecució d'una silvicultura de qualitat i, alhora, les poblacions de píccids, molt limitades al Montseny en comparació amb altres localitats de fageda. De forma simultània, una bona distribució d'un mínim d'arbres grans, que envelleixin sense torn de tala, també afavoriria la formació accidental de cavitats per caiguda de branques, podriments i formació d'esquerdes. Aquests arbres podrien ser tipològicament els de pitjor qualitat fustera, si bé els arbres amb canons rectes i desbrancats són preferits pels picots. En aquesta línia, la presència d'estaques d'almenys 20 cm de diàmetre normal i un mínim de 4 metres d'altura poden afavorir els picots i limitar que escullin arbres vius de bona qualitat silvícola per excavar els nius.

Durant l'execució dels treballs forestals és important reservar tots o bona part dels arbres niu de picot, en funció de la densitat de cavitats, així com la major part de les estaques de més de 20 cm de diàmetre normal. També és molt interessant respectar petites extensions, d'un mínim d'una a escasses hectàrees, amb elevada concentració de cavitats i fusta morta en peu, de manera que esdevinguin «reserves de cavitats» repartides estratègicament.

La distribució dels peus vells o amb cavitats pot ser peu a peu, de forma homogènia, bé formant petits bosquets o bé distribuïda segons la conformació dels arbres i del terreny. No obstant, és preferible una distribució més aviat homogènia tot al llarg del bosc, per esmorteir la competència i risc de depredació. En tot cas, per facilitar la gestió, es pot tenir en compte una combinació de les tres distribucions proposades. Bona part dels arbres a deixar en peu perquè envelleixin poden estar emplaçats en torrenteres, prop de carenes o altres llocs de difícil accés, per tal de minimitzar els possibles perjudicis a la silvicultura d'arbres de qualitat.

En els boscos amb dèficit de cavitats naturals, els refugis artificials poden incrementar les poblacions de pàrids i altres ocupants, així com l'èxit reproductor. Així doncs, val la pena emplaçar caixes niu amb densitats suficients (orientativament entre 5 i 10 caixes/ha) en boscos joves o amb pocs arbres gruixuts per afavorir ocells i quiròpters. S'han de situar fora de l'abast de depredadors i espoliadors, i la millor manera de fer-ho és penjant-les per mitjà d'un ganxo de les branques gruixudes, si pot ser allunyades del tronc i a una altura d'entre 3 i 5 m. Molt millor si s'efectua un seguiment i manteniment anual de les caixes niu, tant per les dades científiques que se'n poden obtenir, com per conservar-les en bon estat i lliures de paràsits. Una bona caixa pot durar entre 4 i 8 anys en peu si se'n té cura (BAUCELLS *et al.*, 2003).

Agraïments

Aquest projecte s'ha realitzat gràcies al conveni entre el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Cata-

lunya i el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, inclòs en el programa de recerca forestal Biosilva. Agraïm al Servei de Protecció de Fauna, Flora i Animals de Companyia, i especialment a Jordi Ruiz-Olmo la seva confiança. També agraïm especialment la participació de Joan Carles Abella per portar bona part de l'àrdua feina del treball de camp. A Enric Batllori per passar-se una setmana introduint les dades. Als companys de l'Àrea de Biodiversitat pel seu suport en tot moment, Gerard Bota, Lluís Brotons, David Giralt, David Guixé, Anni Ponjoan, Cristina Torres i Montse Raurell. A Mario Díaz i Raimon Mariné, que van participar en el disseny experimental. A Ricard Ferriol, del Centre de la Propietat Forestal i a Míriam Piqué del CTFC, per contrastar punts de vista sobre la gestió forestal. A Àngel Miño i Joana Barber del Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona, per proporcionar els contactes amb els propietaris del Montseny. A Joan i Emili Gonolea, per la seva atenció i col·laboració en tot moment.

Bibliografia

- ALATALO, R.; CARLSON, A.; LUNDBERG, A. (1988). «Nest cavity size and clutch size of pied flycatchers *Ficedula hypoleuca* breeding in natural tree holes». *Ornis Scand.*, 19: 317-319.
- AVERY, M.; LESLIE, R. (1990). *Birds and Forestry*. Londres: T & A D Poyser.
- BAUCELLS, J.; CAMPRODON, J.; CERDEIRA, J.; VILA, P. (2003). *Cajas nido y comederos. Guía de las cajas nido y comederos para las aves y otros vertebrados*. Barcelona: Lynx Edicions.
- BEEBE, S.B. (1974). *Relationships between insectivorous hole-nesting birds and forest management*. New Haven: Yale Univ. Sch. of For. Environ. Studies.
- BIBBY, C.J.; BURGESS, N.D.; HILL, D.A. (1992). *Bird census techniques*. Londres: Academic Press, 257 pàgines.
- BOYER, R.L. (1976). «Abundance of Tree cavities for Wildlife in a Michigan Red Maple Floodplain Forest». *The Jack Pine Warbler*, 54: 155-158.
- CAMPRODON, J. (2003). «Estructura dels boscos i gestió forestal al nord-est ibèric: efecte sobre la composició, abundància i conservació dels ocells». Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- COLMANT, L. (1995). «Caractérisation forestière de l'habitat de nidification du pic noir (*Dryocopus martius*) en Ardenne occidentale: exemple de la hêtraie du Marais du Franoir à Oignies-en-Thiérache». *Parcs Nationaux*, 3: 67-76.
- COLMANT, L. (1996). «La conservation du pic noir *Dryocopus martius* L. en zone de protection spéciale. Exemple de la forêt domaniale indivise de Stambruges». *Forêt wallonne*, 26: 10-15.
- EDINGTON, J.M.; EDINGTON, M.A. (1972). «Spatial patterns and habitat partition in the breeding birds of a upland wood». *J. Anim. Ecol.*, 41: 331-357.
- EHNSTROM, B.; WALDEN, H.W. (1986). *The protection and management of endangered and declining invertebrate species in Swedish woodlands*. Suècia: National Board of Forestry.
- HAAPANEN, A. (1965). «Bird fauna of the Finnish forests in relation to forest succession». *Ann. Zool. Fennici*, 2: 153-196.
- HAGVAR, S. (1991). «Threatened and vulnerable insects in coniferous forests». *Fauna*, 44: 20-29. Resums en norueg i anglès.
- JOHNSSON, K.; NILSSON, S.G.; TIERNBERG, M. (1990). «The black woodpecker; a key-species in European forest». A. Carlson i G. Aulén (ed.). *Conservation and management of woodpecker populations. Swedish University of Agric. Sciences*. Dep. of Wildl. Ecol. Report 17. Uppsala. Pàg. 99-102.
- MARTÍNEZ-VIDAL, R. (2001). «Hábitat de cría del pito negro en las sierras de Cadí y Moixeró (Prepirineo Oriental): caracterización, tipología, y pérdidas de árboles-nido». Camprodon, J.; Plana, E. (Ed.). *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona i Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
- MÖLLER, A.P. (1989). «Parasites, predators and nest boxes: facts and artifacts in nest box studies of birds?» *Oikos*, 56: 421-424.
- NEWTON, I. (1994). «The role of nest sites in limiting the numbers of hole-esting birds: a review». *Biological Conservation*, 70: 265-276.
- NILSSON, S.G. (1975). «Clutch size and breeding success of birds in nest boxes and natural cavities». *Var Fagelvarld*, 34: 207-211. Resums en suec i anglès.
- NILSSON, S.G. (1984). «The evolution of nest site selection among hole nesting birds: the importance of nest predation and competition». *Ornis Scand.*, 15: 157-175.
- NILSSON, S.G.; BJÖRKMAN; FORSLUND, P.; HÖGLUND, J. (1985). «Nesting holes and food supply in relation to forest bird densities on islands and mainland». *Oecologica*, 66: 516-521.
- NILSSON, S.G. (1987). «Limitation and regulation of population density in the Nuthatch *Sitta europaea* breeding in natural cavities». *J. Anim. Ecol.*, 56: 921-937.
- RAPHAEL, M.G.; WHITE, M. (1984). «Use of snags by cavity-nesting birds in the Sierra Nevada». *Wildl. Monogr.*, 86: 1-66.
- ROLSTAD, J. (1991). «Managing forest for faunal diversity: a landscape ecological perspective». *Fauna*, 44: 5-10. Resums en norueg i anglès.
- SANDSTRÖM, U. (1992). *Cavities in Trees: Their Occurrence, Formation and Importance for Hole-nesting Birds in Relation to Silvicultural Practice*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- SMITH, K.W. (1997). «Nest site selection of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in two oak woods in southern England and its implications for woodland management». *Biological Conservation*, 80: 283-288.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. (1995). *Biometry*. Nova York: Freeman.
- TELLERÍA, J.L. (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Madrid: Editorial Raíces. 278 pàgines.
- VAN BALEN, J.H.; BOOY, C.J.H. VAN FRANEKER, J.A.; OSIECK, E.R. (1982). «Studies on hole-nesting birds in natural nest sites 1. Availability and occupation of natural nest sites». *Ardea*, 70: 1-24.
- WALANKIEWICZ, W. (1991). «De secondary cavity-nesting birds suffer more from competition for cavities or from predation in a primeval deciduous forest?». *Nat. Areas Journal*, 11: 203-211.
- WINKLER, H.; CHRISTIE D.A.; NURNEY, D. (1995). *A guide to the Woodpeckers, Piculets and Wrynecks of the World*. Pica Press. Sussex. 406 pàgines.