

# Importancia de la gestión forestal y de las comunidades de pequeños mamíferos en la estrategia de conservación del mochuelo boreal en la vertiente sur de los Pirineos

*The importance of forest management  
and small mammal communities in the strategy  
for the conservation of the Boreal Owl  
on the southern slope of the Pyrenees*

- Raimon Mariné •
- Jordi Dalmau •
- Ignasi Torre •
- Ramon Martínez-Vidal •

## Resumen

El presente trabajo aborda diversos aspectos relacionados con la conservación del mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en el Pirineo oriental, rapaz nocturna de distribución poco conocida y con una población escasa y amenazada en la zona de estudio. Las investigaciones realizadas hasta el momento han permitido determinar que se trata de un ave forestal asociada fundamentalmente a los bosques subalpinos de pino negro (*Pinus uncinata*) con unas características estructurales muy definidas: bosques maduros, abiertos o con claros, con abundancia de cavidades y madera muerta y poca cobertura arbustiva. Desde el punto de vista paisajístico, el mochuelo se encuentra asociado a bosques viejos próximos a grandes áreas de paisaje estructuralmente diverso, con múltiples parches de distintos hábitats (canchales, prados, etc.) y, en general, numerosas áreas ecotonaes. Esta gran heterogeneidad paisajística pudiera estar relacionada con la riqueza y abundancia de pequeños mamíferos, presas mayoritarias en la dieta del mochuelo y factor determinante del éxito reproductor de la rapaz.

Finalmente, se proponen una serie de medidas de gestión encaminadas a conseguir la mejora o el mantenimiento de las poblaciones pirenaicas de mochuelo boreal, mediante 1) la gestión sostenible de los bosques de pino negro y hábitats adyacentes, y 2) la gestión del hábitat de los pequeños mamíferos.

## Palabras clave

Mochuelo boreal, lechuza de Tengmalm, *Aegolius funereus*, pino negro, *Pinus uncinata*, bosque subalpino, gestión forestal, pequeños mamíferos, selección de hábitat.

### **Abstract**

This work presents various aspects related to the conservation of the little Boreal Owl (*Aegolius funereus*) in the eastern Pyrenees. It is a nocturnal predator of little known distribution with a small, threatened population in the zone under scrutiny. The investigations realized up to now have permitted us to determine that it is a forest bird fundamentally associated with subalpine forests of Black Pine (*Pinus uncinata*) of very defined structural characteristics: mature forests, open or with clearings with an abundance of cavities and dead wood and very little shrub covering. The little owl is associated with old forests situated close to large areas of structurally diverse landscape with multiple patches of distinct habitats (meadows, prairies, etc.) and in general numerous ecotonal areas. This large heterogeneous landscape could be related to the richness and abundance of small mammals, prey which is the mainstay of the little owl's diet and a determining factor in the successful reproduction of the predator. Finally, a series of management measures are proposed with the aim of improving or maintaining the Pyrenean population of the little owl, by means of: 1) The sustainable management of the black pine forests and adjacent habitats, and 2) The management of the small mammals' habitat.

### **Key words**

Boreal Owl, Tengmalm's Owl, *Aegolius funereus*, Black Pine, *Pinus uncinata*, sub-alpine forest, forest management, small mammals, habitat selection.

## **Introducción**

### **Distribución**

El mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) es una rapaz nocturna de pequeño tamaño y hábitos crepusculares. Su distribución es del tipo circumpolar holártica, abarcando buena parte de la franja boreal de Eurasia y Norteamérica (Mikkola, 1983). Es un ave esencialmente forestal, que habita en los fríos bosques de coníferas que cubren las laderas de las altas montañas meridionales y los valles de la Taigá. En las latitudes templadas también se encuentra en formaciones de caducifolios como el haya (*Fagus sylvatica*), el abedul (*Betula pendula*) y el álamo temblón (*Populus tremula*; Cramp, 1983).

Los núcleos poblacionales más importantes de esta especie en Europa se localizan en Rusia, Suecia, Finlandia, Bielorrusia y Noruega, siendo también destacables los presentes en las repúblicas bálticas (Cramp, 1983). A medida que nos desplazamos hacia el sur, presenta una distribución más agregada, concentrada en bosques de montaña (Austria, Alemania, Suiza y Chequia), aunque también se localiza a baja altitud. El límite occidental de su área de distribución europea se sitúa en Holanda, mientras que el límite meridional se localiza en los Pirineos, Italia y Grecia (Cramp, 1983; Díaz *et al.*, 1996).

## **Problemática de conservación**

La situación y viabilidad poblacional del mochuelo boreal en los Pirineos plantean todavía numerosas incógnitas. En primer lugar, la distribución de la especie en la cordillera es aún poco conocida. Se trata de una especie escasa y amenazada (catalogada como Casi amenazada en España, y no amenazada en el ámbito comunitario; Madoño *et al.*, 2006) que, durante decenios, no se ha tenido en cuenta en la planificación de los aprovechamientos forestales, puesto que su presencia en la vertiente sur del Pirineo era desconocida hasta los años 80 (Alamany, 1989). Prospecciones más recientes (Dalmau *et al.*, 2000) han revelado que la especie es más abundante de lo que hasta ahora se pensaba (Prodon *et al.*, 1990), aunque sigue siendo una especie rara y limitada a bosques con unas características estructurales muy definidas (Mariné & Dalmau, 2000). El establecimiento de medidas de conservación para esta rara especie pasa por el conocimiento exhaustivo de su área de distribución pirenaica y de los hábitats que ocupa en la cordillera.

A medida que avanza el conocimiento de la situación del mochuelo boreal en la vertiente sur del Pirineo oriental, se van delimitando con mayor claridad los factores que potencialmente pueden amenazar la viabilidad de la especie. Sin duda, una de las principales amenazas que hoy se ciernen sobre la conservación de esta rapaz nocturna en los Pirineos, se fundamenta en el desconocimiento de su área de distribución y de las características estructurales del hábitat que ocupa, siendo éstas dos herramientas fundamentales para la toma de decisiones de manejo por parte del gestor forestal. A ello se suman la dificultad de prospección, tanto por los hábitos nocturnos y su localización invernal, como por la orografía y características climáticas de su distribución pirenaica.

Otro factor a tener en cuenta es la proliferación de pistas de esquí nórdico y alpino. La destrucción del hábitat mediante la eliminación de la superficie forestal para ampliar el dominio esquiable es una amenaza palpable para el mochuelo y para muchas otras especies forestales que habitan en los Pirineos.

Finalmente, hay que destacar el papel de la explotación forestal como una de las grandes bazas a jugar de cara a la conservación del hábitat del mochuelo boreal en los Pirineos. Una gestión adecuada puede incluso mejorar las expectativas para esta especie en amplias zonas de su distribución pirenaica (Dalmau & Mariné, 1999a).

En los siguientes apartados se aborda la descripción de la estructura del hábitat de nidificación del mochuelo boreal y se proponen medidas de gestión sostenible de los bosques de pino negro ocupados o susceptibles de ser ocupados por esta rapaz. También se proponen medidas de gestión del hábitat de los pequeños mamíferos que habitan los bosques subalpinos de pino negro, que constituyen la principal fuente de alimento para el mochuelo en el Pirineo (Alamany, 1989; Dalmau & Mariné, 1998).

## **Descripción del hábitat de reproducción**

La distribución altitudinal y las características del hábitat ocupado por el mochuelo boreal en los Pirineos son variables, según nos desplazamos de norte a sur y de este a oeste. En la vertiente sur del Pirineo oriental, ocupa fundamentalmente bosques subal-

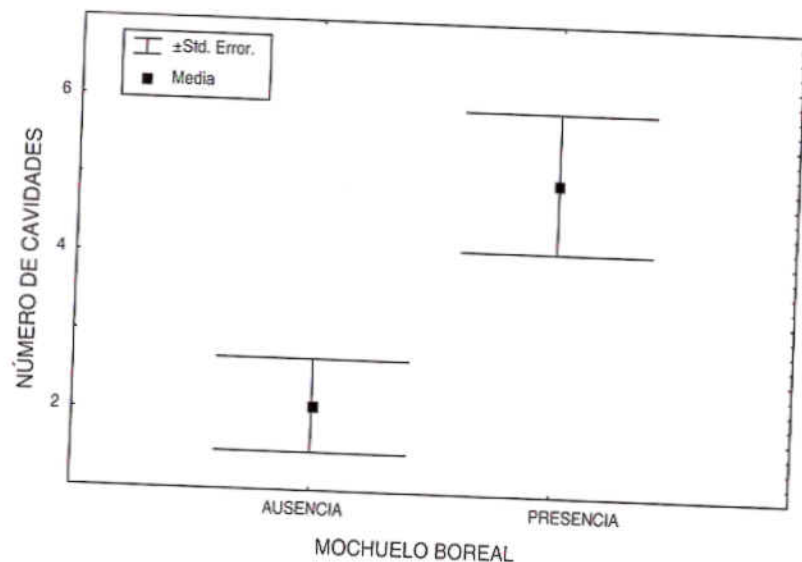


FIGURA 1. Los rodales de nidificación del mochuelo boreal presentan un mayor número de cavidades que zonas escogidas al azar (Dalmau & Mariné, 1999).

FIGURE 1. Tengmalm's Owl nesting forest plots hoard more cavities than random selected areas.

pinos de pino negro, aunque de manera ocasional también se localiza en bosques de pino albar y abetales (Prodon *et al.*, 1990; Dejailve *et al.*, 1990).

El rango altitudinal de distribución de la especie en esta extensa área se localiza entre los 1650 y los 2200 metros snm, situándose la mayoría de los territorios entre los 1800 y los 2000 metros (Dalmau *et al.*, 2000). La elevada altitud a la que se encuentra el grueso de las poblaciones de mochuelo boreal en la vertiente sur de los Pirineos puede ser explicada por factores climáticos (ver, por ejemplo, Hayward *et al.*, 1993) o de competencia con otras especies de rapaces nocturnas, como el cárabo (Mikola, 1983; Alamy, 1989).

Dentro de su rango altitudinal de distribución, la abundancia de cavidades es la característica que mejor puede predecir la adecuación de un bosque a los requerimientos del mochuelo boreal. Como se ha mencionado anteriormente, se trata de una especie que nidifica en agujeros en los árboles. El mochuelo es un ocupante secundario de cavidades, es decir, que ocupa agujeros producidos en los árboles de manera fortuita, o bien excavados por los pícidos (aves excavadoras u ocupantes primarios de cavidades; Fuller, 1995). Por tanto, la presencia de cavidades en los árboles es un factor limitante de la distribución del mochuelo boreal en los bosques subalpinos pirenaicos. Habida cuenta de que rara vez los mochuelos nidifican dos años consecutivos en una misma cavidad y de que no todas las cavidades son óptimas para que estas aves nidifiquen en su interior, resulta fundamental la existencia de un acervo de agujeros disponibles en los territorios de cría (figura 1).

En la práctica totalidad de su área de distribución europea, el mochuelo boreal nidifica fundamentalmente en agujeros excavados por el pito negro (*Dryocopus martius*; Mikkola, 1983). Aunque esto ocurre también en el Pirineo, en ocasiones ocupa cavidades horadadas por pito picapinos (*Dendrodopos major*) o pito real (*Picus viridis*) (Dalmau & Mariné 1998, 1999 a,b; Dalmau *et al.*, 2000). Probablemente ello se deba a que, en pendientes pronunciadas y altitudes superiores a los 1.800 m, la disponibilidad de cavidades de pito negro disminuye sensiblemente (Ramon Martínez-Vidal, datos no publicados; Dalmau & Mariné 1998), viéndose obligado a nidificar en agujeros de menor tamaño. Esta disminución de la densidad de cavidades de pito negro tiene su origen en la escasez de árboles de gran diámetro y de tipología rectilínea existentes a altitudes muy elevadas (por la disminución de la profundidad del suelo, las pendientes elevadas, la acumulación de nieve, etc., Blanco *et al.*, 1997).

El tamaño de puesta del mochuelo boreal y la supervivencia de los pollos están altamente correlacionados con el tamaño de la cubeta de nidificación (p. e. la superficie de la base de la cavidad escogida para criar; Korpimäki, 1987b), hecho que acentúa la peculiaridad de las poblaciones pirenaicas de esta especie y su baja tasa de reproducción (Dalmau & Mariné, 1998, 1999 a, b).

Otra de las características estructurales destacables del hábitat de reproducción del mochuelo boreal en la vertiente sur de los Pirineos es que se trata de bosques abiertos, con gran espaciado entre árboles o con la presencia de abundantes claros (Mariné & Dalmau, 2000). Esta característica refleja la madurez de las masas forestales en las que podemos encontrar al mochuelo, donde se mezclan árboles de gran diámetro en pie con árboles caídos por la fuerza de su propio peso. La presencia de claros originados por la caída de árboles de gran diámetro o por antiguos aprovechamientos madereros es de gran interés, puesto que constituyen áreas ecotónicas con mayor diversidad de presas (Torre 1998, 1999). Además, la presencia de claros facilitaría la estrategia de caza del mochuelo, eliminando el número de obstáculos y facilitando la localización y captura de las presas (Norberg, 1978). En relación con la presencia de claros y la estrategia de caza del mochuelo, destaca también la práctica ausencia del estrato arbustivo en sus territorios de cría pirenaicos (Joveneaux & Durand, 1987; Alamy, 1989; Mariné & Dalmau, 2000).

La abundancia de atalayas, o puntos de vigía, también es una característica destacable en los bosques pirenaicos ocupados por el mochuelo boreal (Mariné & Dalmau, 2000). En este sentido, las raíces de los grandes árboles caídos, la presencia de pinos jóvenes (de entre 1 y 1,5 metros de altura) y de tocones de cierta altura (más de 50 cm) proporcionan excelentes atalayas para cazar (Hayward, 1993). La estrategia de caza del mochuelo consiste en desplazarse incesantemente entre diferentes posaderos, para localizar a las presas (Norberg, 1978), siendo la heterogeneidad estructural del hábitat un buen reflejo de la presencia de numerosas atalayas en los territorios de cría.

Finalmente, otra de las variables estructurales que mejor pueden predecir la presencia del mochuelo boreal en un bosque de pino negro es la abundancia de madera muerta (Mariné & Dalmau, 2000). Los árboles muertos que se mantienen en pie proporcionan alimento y lugares en los que excavar los nidos a los pícidos, de los cuales el mochuelo boreal depende en gran medida. La madera muerta acumulada en el suelo constituye un refugio y un lugar de reproducción para las comunidades de pequeños

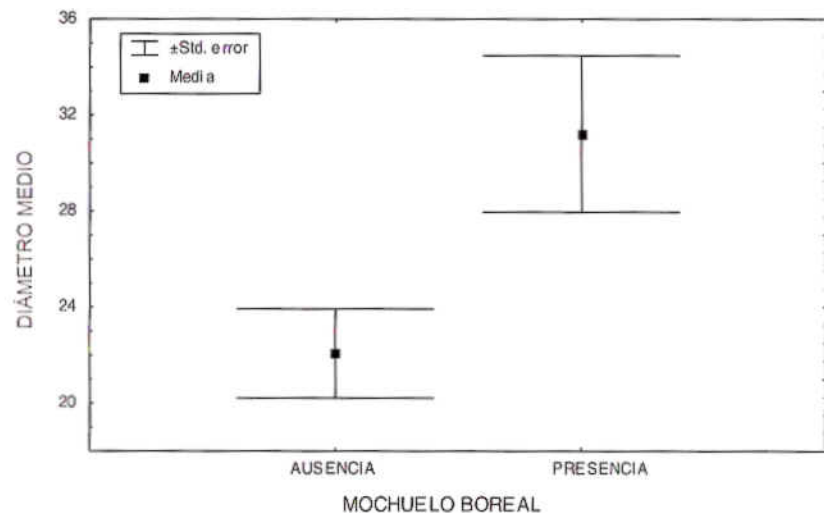


FIGURA 2. Los rodajes de nidificación del mochuelo boreal presentan árboles de mayor diámetro medio que zonas escogidas al azar (Dalmau & Mariné, 1999).

FIGURE 2. Tengmalm's Owl nesting forest plots host trees with higher diameters than random selected areas.

mamíferos forestales, principal recurso trófico para esta rapaz (Torre & Arrizabalaga, 1998).

Una comparación entre diversas variables estructurales entre rodajes de pino negro con presencia de mochuelo boreal y otros donde la especie estaba ausente (Mariné y Dalmau, en prensa), demostró que los rodajes ocupados presentaban significativamente un mayor número de cavidades, de madera muerta, de atalayas, un mayor diámetro medio de los árboles (figura 2) y un mayor espaciamento entre ellos.

Pero la correcta gestión forestal de los rodajes de nidificación del mochuelo no solucionar el problema de su conservación a medio y largo plazo. Un análisis de las fotografías aéreas de los mismos territorios (Dalmau & Mariné, 1999b) sugiere que la proporción de los diferentes hábitats anexos al rodal de nidificación podría jugar un papel importante en la selección del hábitat del mochuelo. En este sentido, la distribución agregada de algunos territorios está relacionada significativamente con la proximidad de canchales, prados, caminos, márgenes y, en general, numerosas áreas ecotonales.

Por lo general, los rodajes adyacentes a un rodal de nidificación del mochuelo boreal, corresponden a bosques abiertos (figuras 3 y 4; Dalmau & Mariné, 1999 b), estructuralmente heterogéneos.

Por tanto, parece que el mochuelo se encuentra asociado a bosques viejos próximos a grandes áreas de paisaje estructuralmente diverso, con múltiples parches de distintos hábitats. Esta gran heterogeneidad paisagística pudiera estar relacionada con la riqueza de pequeños mamíferos.

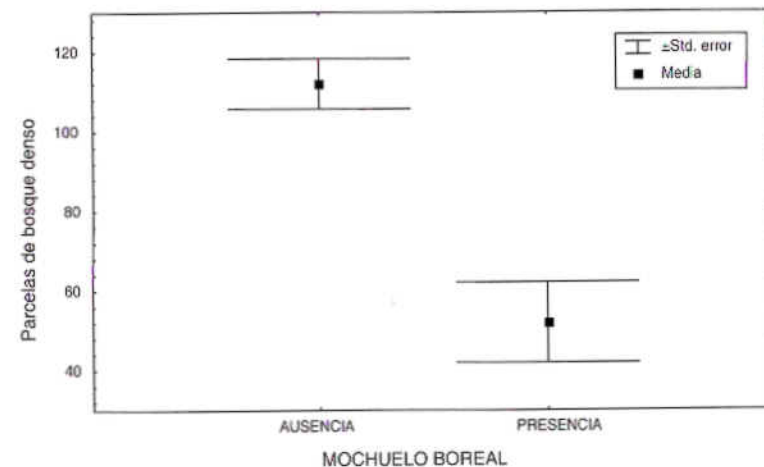


FIGURA 3. Los alrededores de los rodajes de nidificación del mochuelo boreal presentan un menor número de rodajes de bosque denso que zonas escogidas al azar (Dalmau & Mariné, 1999).

FIGURE 3. Tengmalm's Owl nesting sites are surrounded by fewer thick forest plots than random selected areas.

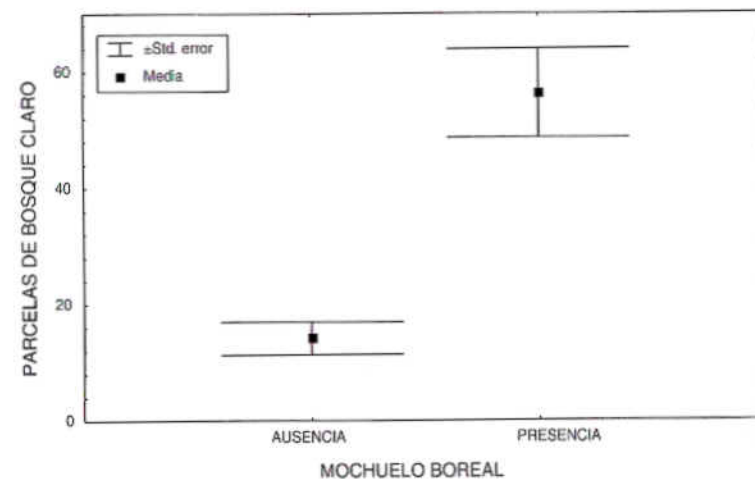


Figura 4. Los alrededores de los rodajes de nidificación del mochuelo boreal presentan un mayor número de rodajes de bosque claro que zonas escogidas al azar (Dalmau & Mariné, 1999).

FIGURE 4. Tengmalm's Owl nesting sites surroundings host more clear forest plots than random selected areas.

## El papel de los pequeños mamíferos en la conservación del mochuelo boreal

La abundancia de presas es el factor principal que determina el éxito reproductivo del mochuelo boreal (Korpimäki, 1981) y, por tanto, una gestión forestal respetuosa con las comunidades de pequeños mamíferos subalpinos es una pieza clave en la estrategia de conservación de la especie. En este sentido, es de gran importancia la aplicación práctica de medidas de gestión derivadas de estudios de selección del hábitat de los pequeños mamíferos que habitan los bosques subalpinos de pino negro. Hayward *et al.* (1993) sugieren la correcta gestión del hábitat de los pequeños mamíferos forestales como uno de los puntos fuertes en la estrategia de conservación del mochuelo boreal en las Montañas Rocosas americanas. La diversidad estructural de los hábitats anexos a los rodales de nidificación del mochuelo boreal en la vertiente sur de los Pirineos podría soportar esta estrategia de gestión si se demuestra que las zonas estructuralmente heterogéneas presentan una mayor riqueza de pequeños mamíferos.

## Diversidad y riqueza de las comunidades de pequeños mamíferos en medios subalpinos

La comunidad de pequeños mamíferos de la alta montaña pirenaica se puede considerar como una de las más diversas de Catalunya y Andorra. En total se han descrito 19 especies (7 insectívoros y 12 roedores) (ver Gosálbez, 1987; Torre & Tella, 1994; Torre, 1998, 1999), de las cuales al menos tres quedan fuera del abanico de presas potencialmente aprovechables por el mochuelo boreal, debido a su gran tamaño (ver tabla 1). El piso subalpino puede verse enriquecido con la incorporación de las especies propias de los pisos montano, altimontano y alpino. A pesar de la riqueza específica de la comunidad de pequeños mamíferos de los bosques subalpinos, estos ambientes presentan, en general, una baja abundancia de ejemplares si los comparamos con los ambientes propios de la media montaña y de la montaña mediterránea. Esto es debido a la existencia de un efecto general negativo de la altitud sobre la abundancia de pequeños mamíferos, efecto no tan sólo documentado en la cordillera pirenaica, sino también en otros sistemas montañosos de la Península Ibérica (Cordillera Cantábrica, Delibes, 1985; Sistema Central, Alcántara, 1989). Este hecho es especialmente marcable en el caso del ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), recurso biomásico de importancia para el mochuelo boreal (Alamany, 1989; Torre & Arrizabalaga, 1998), pues sus poblaciones pueden ver reducidos sus efectivos hasta a menos de un 10% en un gradiente altitudinal de 1000 metros (Torre 1998, 1999). Esta disminución en la densidad puede ser consecuencia de las adversas condiciones para la vida que se dan en la alta montaña.

TABLA 1. Lista de especies de micromamíferos presentes en los dominios vitales del mochuelo boreal.

TABLE 1. Small mammal species found in Tengmalm's Owl Territories.

O. Insectívoros	
Musaraña enana ( <i>Sorex minutus</i> )	
Musaraña bicolor ( <i>Sorex araneus</i> )	
Musaraña tricolor ( <i>Sorex coronatus</i> )	
Musgaño patiblanco ( <i>Neomys fodiens</i> )	
Musgaño de Cabrera ( <i>Neomys anomalus</i> )	
Musaraña gris ( <i>Crocidura russula</i> )	
Topo europeo ( <i>Talpa europaea</i> )	
O. Roedores	
Ardilla roja ( <i>Sciurus vulgaris</i> )	
Marmota alpina ( <i>Marmota marmota</i> )	
Topillo rojo ( <i>Clethrionomys glareolus</i> )	
Rata topera ( <i>Arvicola terrestris</i> )	
Neverón pirenaico ( <i>Chionomys nivalis</i> )	
Topillo de Gerbe ( <i>Microtus gerbei</i> )	
Topillo mediterráneo ( <i>Microtus duodecimcostatus</i> )	
Topillo de campo ( <i>Microtus arvalis</i> )	
Topillo agreste ( <i>Microtus agrestis</i> )	
Ratón leonado ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	
Ratón de campo ( <i>Apodemus sylvaticus</i> )	
Lirón careto ( <i>Eliomys quercinus</i> )	

## Los ambientes del piso subalpino

Las especies de pequeños mamíferos presentes en los ambientes subalpinos acostumbran a seleccionar hábitats diferentes para evitar la competencia por el alimento y la disponibilidad de refugios. Entre los ambientes subalpinos, los bosques son medios pobres en diversidad y abundancia de pequeños mamíferos. En general, las masas forestales grandes acostumbran a presentar densidades de pequeños mamíferos inferiores

las pequeñas (en el caso de *Apodemus sylvaticus*, Tellería *et al.*, 1991). Esto es debido a que la abundancia del ratón de campo se encuentra claramente condicionada por el efecto de margen, comportándose como una especie ecotónica como es esperable teniendo en cuenta su comportamiento generalista en cuanto a la selección del hábitat (García *et al.* 1998). Los canchales, seguramente debido a su distribución puntual y situación ecotónica (generalmente son espacios rodeados o en contacto con bosques y prados), son medios extraordinariamente ricos en pequeños mamíferos. Las rocas representan un buen refugio para los pequeños mamíferos que se alimentan en prados vecinos (neverón pirenaico *Chionomys nivalis*, topillos campesino y agreste *Microtus agrestis*), o una fuente de invertebrados rupícolas para especies total o parcialmente insectívoras (musarañas, lirón careto *Eliomys quercinus*, ratón de campo). Es por ello que estos medios acogen una densidad, riqueza y biomasa de pequeños mamíferos superior a cualquier otro ambiente subalpino (ver figura 5).

### Influencia de la estructura del hábitat en la distribución de los pequeños mamíferos

Los pequeños mamíferos de vida epigea dependen de la disponibilidad de microhábitats apropiados para protegerse de sus depredadores, hacer sus nidos o para obtener el alimento (Yahner, 1982). Las masas forestales más apropiadas para los pequeños mamíferos son aquellas en donde el suelo se encuentra recubierto por arbustos y musgos, y/o existe abundante madera muerta en forma de acumulaciones de ramas y troncos. Estos elementos del paisaje proporcionan protección frente a los depredadores aéreos (Longland & Price, 1991), además de constituir una importante fuente de alimentos (frutos, brotes, hojas, etc.). Las extensas alfombras de musgo permiten a las musarañas (Género *Sorex*) desarrollar gran parte de su vida por debajo de éstas (Gosálbez, 1987), donde además de protección, encuentran abundante alimento en forma de pequeños invertebrados. Los roedores, en cambio, necesitan dejar más a menudo la seguridad de sus escondites donde viven y salir al exterior para buscar el alimento. Es por ello que la presencia de cobertura arbustiva permite un mejor camuflaje, y la presencia de troncos y ramas muertas les permite desplazarse por el bosque sin hacer mucho ruido (Barnum *et al.*, 1992). Este hecho es particularmente importante en ausencia de las coberturas arbustiva y muscinal, pues la existencia de madera muerta en el suelo reduce significativamente la predación por parte de los depredadores que utilizan el sentido del oído para cazar (Barnum *et al.*, 1992). La asociación con el estrato arbustivo es especialmente patente en las especies epigeas como el topillo rojo (*Clethrionomys glareolus*) y el ratón de campo (Janeau, 1980; Mazurkiewicz, 1994), pero también en especies de vida hipogea como el topillo campesino (*Microtus arvalis*), hecho explicable porque acostumbra a excavar sus galerías bajo los arbustos (Gosálbez, 1987).

En el caso de los pequeños mamíferos de vida hipogea o subterránea, las limitaciones más destacables son las producidas por el tipo y calidad del suelo. Resulta mucho más fácil excavar galerías subterráneas en terrenos blandos, profundos y con pocas rocas. Los terrenos calcáreos son poco apropiados para la vida de las especies hipogea, como el topo europeo (*Talpa europaea*) o el topillo mediterráneo (*Microtus duode-*

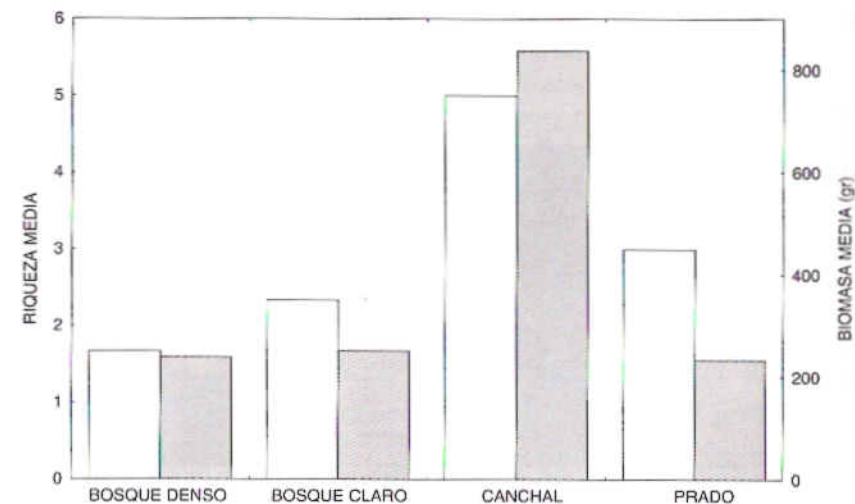


FIGURA 5. Riqueza media (en blanco) y biomasa (en oscuro) de micromamíferos en cuatro ambientes subalpinos.

FIGURE 5. Mean richness of small mammal species (white bars) and their biomass (striped bars) in four different subalpine habitats.

*comcostatus*), pero también puede ser un inconveniente para las demás especies. En terrenos más favorables para la excavación, los pequeños mamíferos hipogeos pueden verse limitados por la compactación del suelo y la degradación de la vegetación producidas por el pastoreo de ganado doméstico (vacuno, Torre *et al.*, 1999), y posiblemente por los ungulados salvajes (rebecos, etc.). En este sentido, la abundancia del topillo campesino es 16 veces superior en exclusiones para el ganado vacuno que en pastos en zonas de montaña del Sistema Central (figura 6). El pastoreo también afecta negativamente a roedores e insectívoros de vida epigea, como el ratón de campo, y sobretodo la musaraña gris (*Crocidura russula*) (Torre *et al.*, 1999).

### Conclusiones generales

Los bosques subalpinos de pino negro donde habita el mochuelo boreal son, en general, maduros, abiertos o con claros, presentan abundancia de cavidades y madera muerta y poca cobertura arbustiva.

Estos bosques presentan valores bajos de abundancia y biomasa de pequeños mamíferos, a pesar de ser muy ricos en cuanto a número de especies. Esto es debido al efecto negativo de la altitud sobre la abundancia de especies como el ratón de campo. De cualquier modo, cabe suponer la posibilidad de que los territorios de reproducción no coincidan con las zonas de caza.

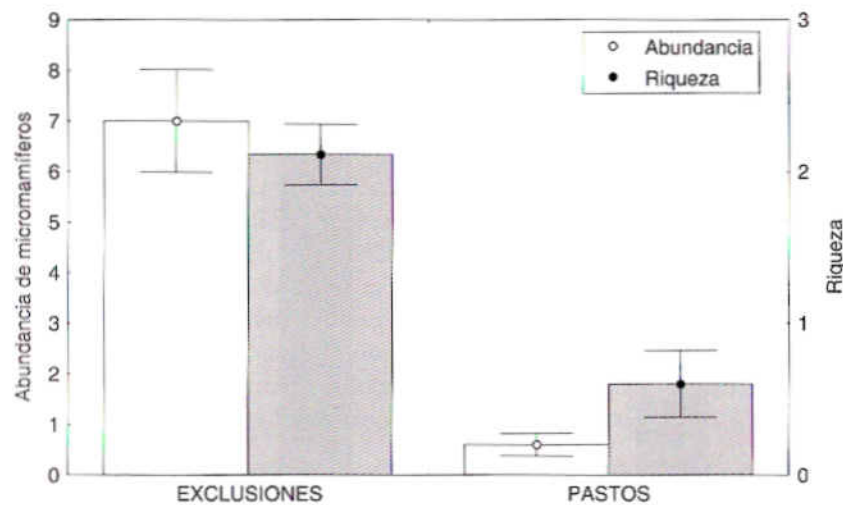


FIGURA 6. Abundancia y riqueza medias ( $\pm$  error estándar) en exclusiones y pastizales de montaña del Sistema Central (Torre *et al.*, 1999).

FIGURE 6. Abundance and mean richness ( $\pm$  6 standard error) in fenced and open mountain grasslands in the Sistema Central mountains.

Existen ambientes especialmente favorables para los pequeños mamíferos, como es el caso de los canchales (con gran riqueza específica y biomasa), siendo las masas forestales pobres en estrato arbustivo poco favorables (aunque son éstas precisamente las seleccionadas por el mochuelo boreal como áreas de cría).

Es necesario establecer criterios de gestión de los ambientes subalpinos para potenciar la proliferación de pequeños mamíferos y favorecer la disponibilidad de presas para el mochuelo boreal y otros depredadores.

La heterogeneidad estructural del hábitat puede favorecer el incremento de la diversidad de la comunidad de pequeños mamíferos, facilitando la disponibilidad de presas de diferentes especies. Así pues, si las poblaciones de una especie-presa disminuyen, el depredador siempre puede encontrar otras.

## Propuestas de gestión del hábitat

En los rodales ocupados o susceptibles de ser ocupados por el mochuelo boreal deben respetarse los árboles que presenten cavidades (cualquier cavidad de pícido). Éstas son imprescindibles para que la especie nidifique y deben estar en número suficiente para asegurar una cierta rotación anual de cría en diferentes cavidades y/o árboles.

No deben retirarse los árboles muertos en pie y, en caso de hacerlo, deberían man-

tenerse aquellos que presenten un menor estado de decrepitud, puesto que son intensamente seleccionados por los pícidos para horadar en ellos sus cavidades.

Es importante mantener una cierta cantidad de madera muerta en el suelo, cuanto más mejor. La madera muerta proporciona alimento y refugio a los pícidos y a los pequeños mamíferos.

La distribución de las cavidades en los bosques subalpinos es agregada (Joveniaux & Durand, 1987). Es interesante mantener las zonas con alta densidad de cavidades intactas, a modo de pequeñas reservas de unas pocas hectáreas (1-3 ha/100ha).

Respetar el periodo reproductor de la especie, debiendo realizarse los aprovechamientos forestales preferentemente en otoño.

Mantener un paisaje en mosaico, con la presencia de masas forestales maduras, poco densas y discontinuas, con claros y espacios abiertos (prados). Potenciar el desarrollo de bosques maduros en zonas ecotónicas (canchal-bosque, prado-bosque) para proporcionar zonas de alimentación y reproducción a los mochuelos.

Potenciar el efecto ecotono mediante la fragmentación ocasional de extensas masas forestales homogéneas. De este modo se puede beneficiar al ratón de campo, especie de gran importancia biomásica para el mochuelo.

Potenciar la presencia de claros con especies herbáceas (gramíneas) y arbustivas productoras de bayas, para favorecer la alimentación de los pequeños mamíferos.

El clareo ocasional de bosques densos sin sotobosque, dejando ramas y troncos en el suelo, puede favorecer la creación de escondites y vías de campeo para los pequeños mamíferos.

Evitar la alteración del sotobosque durante los trabajos de aprovechamiento forestal, creando pocas vías de extracción de madera.

Evitar la alteración de los canchales, y tratar de respetar su estructura cuando se pretenda construir alguna infraestructura (carreteras, pistas de esquí, etc.).

Mantener exclusiones para el ganado doméstico y salvaje en pequeñas parcelas tanto en zonas forestales como en pastizales. De esta manera se puede favorecer el incremento de las poblaciones de pequeños mamíferos forestales y de espacios abiertos creando importantes reservas de presas para el mochuelo boreal y otros depredadores. Evitar el sobrepastoreo, para impedir la excesiva compactación del terreno y la degradación de la vegetación arbustiva.

Finalmente, todos los criterios de gestión mencionados son aplicables tanto a las zonas con presencia de mochuelo boreal, como a aquellas zonas de hábitat óptimo en donde la especie no se halle presente.

## Agradecimientos

El Ministeri de Medi Ambient del M. I. Govern d'Andorra ha financiado un seguimiento poblacional del mochuelo boreal en Andorra, gracias al apoyo y confianza de Natàlia Rovira y Josep Naudí. La Fundació Territori i Paisatge financió el seguimiento poblacional del mochuelo boreal en Catalunya. Vaya nuestro sincero agradecimiento a Miquel Raga, a Jordi Sargatal y a Pepe Guillén, por el especial interés que han mostrado en el estudio. Jordi Camprodon revisó y mejoró notablemente el manuscrito original.

## Bibliografía

- ALAMANY, O. 1989. Situación de la lechuza de Tengmalm en el Pirineo español. *Quercus*, 44: 8-15.
- ALCÁNTARA, M. 1989. Análisis de la distribución altitudinal de la fauna de micromamíferos de la sierra de Guadarrama. *Acta Biol. Montana*, 9: 85-92.
- BARNUM, S.A., C.J. MANVILLE, J.R. TESTER, W.J. CARMEN 1992. Path selection by *Peromyscus leucopus* in the presence and absence of vegetative cover. *J. Mammal.*, 73: 797-801.
- BLANCO, E., CASADO, M. A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J. C., MORLA, C., REGATO, P., SAINZ, H. 1997. *Los bosques ibéricos*. Ed. Planeta. 572 pp.
- BLEACH, M. 1892. *Colección Universal de Animales Insectívoros*. Barcelona.
- BYE, F. N., JACOBSEN, B. V., SONERUD, G. A. 1992. Auditory prey location in a pause-travel predator: search height, search time, and attack range of Tengmalm's owls (*Aegolius funereus*). *Behav. Ecol.*, 3 (3): 266-276.
- CARLSSON, B. G., HÖRNFELDT, B., LÖFGREN, O. 1987. Bigyny in Tengmalm's owl *Aegolius funereus*: effect of mating strategy on breeding success. *Orn. Scand.*, 18: 237-243.
- CRAMP, S. 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: the birds of the western Palearctic*, Vol. 4, Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- DALMAU, J., MARINÉ, R. 1998 (inédito). Distribució, status i conservació del mussol pirinenc al Principat d'Andorra. M. I. Govern d'Andorra.
- DALMAU, J., MARINÉ, R. 1999a. Estudi del mussol de Tengmalm al Pirineu català. Fundació Territori i Paisatge. Barcelona. Inédito.
- DALMAU, J., MARINÉ, R. 1999b. Seguiment de la població de mussol pirinenc del Principat d'Andorra. M. I. Govern d'Andorra. Inédito.
- DALMAU, J., MARINÉ, R., MARTÍNEZ-VIDAL, R., CANUT, J. Y GARCÍA, D. 2000. El mussol de Tengmalm a la Cerdanya, el Pallars Sobirà i el Principat d'Andorra: noves localitats de cant i reproducció (1990-1998). Anuari Ornitològic de Catalunya 1997.
- DEJAIFVE, P. A., NOVOA, C., PRODON, R. 1990. Habitat et densité de la chouette de Tengmalm *Aegolius funereus* a l'extrémité orientale des Pyrénées. *Alauda*, 58 (4): 23-29.
- DELIBES, J. 1985. Distribution and abundance of small mammals in a gradient of altitude. *Acta Zool. Fennica*, 173: 53-56.
- DEMENT'EV, G. P., GLADKOW, N. A., PTUSHENKO, E. S., SPANGENBERG, E. P., SUDILOVSKAYA, A. M. 1951. *Ptitsy Sovetskogo Soyuza*. Vol. I. Moscú.
- DÍAZ, M., ASENSIO, B., TELLERÍA, J. L. 1996. *Aves Ibéricas*. Vol I (No passeriformes). J. M. Reyero Ed.
- FULLER, R. J. 1995. *Bird life of woodland and forest*. Cambridge University Press. 244 pp.
- GARCÍA, F.J., DÍAZ, M., DE ALBA, J.M., ALONSO, C.L., CARBONELL, R., DE CARRIÓN, M.L., MONEDERO, C., SANTOS, T. 1998. Edge effects and patterns of winter abundance of wood mice *Apodemus sylvaticus* in Spanish fragmented forests. *Acta Theriologica*, 43: 255-262.

- GOSALBEZ, J. 1987. *Insectívors i rosegadors de Catalunya*. Ketres editora.
- HAARTMAN, L. G. V., HILDÉN, O., LINKOLA, P., SUOMALAINEN, P. & TENOVUO, R. 1963-72. *Pohjolan Linnut Värökuvin*, 8. Otava. Helsinki.
- HAYWARD, G. D., HAYWARD, P. H., GARTON, E. O. 1993. Ecology of boreal owls in the northern Rocky Mountains, U.S.A. *Wildl. Monogr.*, 124: 1-59.
- JANEAU, G. 1980. Répartition écologique des micromammifères dans l'étage alpine de la région de Briançon. *Mammalia*, 44: 1-25.
- JOVENEUX, A., DURAND, G. 1987. Forest management and population ecology of Tengmalm's owl. *Rev. Ecol. Terre et Vie*, Suppl. 4: 84-87.
- KORPIMÄKI, E. 1981. On the ecology and biology of Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä, western Finland. *Acta Universitatis Ouluensis Series A. Scientiae Rerum Naturalium*, 118.
- KORPIMÄKI, E. 1987a. Biology and Conservation of Northern Forest Owls, Symposium Proceedings. USDA Forest Service General Technical Report RM-142. Pp. 157-161.
- KORPIMÄKI, E. 1987b. Clutch size, breeding success and brood size experiments in Tengmalm's owl *Aegolius funereus*: a test of hypothesis. *Orn. Scand.*, 18: 277-284.
- KORPIMÄKI, E. 1988. Effects of territory quality on occupancy, breeding performance and breeding dispersal in Tengmalm's owl. *J. Anim. Ecol.*, 57: 97-108.
- LONGLAND, W.S. & PRICE, M.V. 1991. Direct observations of owls and heteromyid rodents: can predation risk explain microhabitat use? *Ecology*, 72: 2261-2273.
- MADROÑO, A., GONZÁLEZ, C. & ATIENZA, J. C. (eds.). 2004. *Libro Rojo de las aves de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. Madrid.
- MARINÉ, R., DALMAU, J. 2000. Uso del hábitat por el Mochuelo Boreal (*Aegolius funereus*) en Andorra (Pirineo Oriental) durante el período reproductor. *Ardeola*, 47(1): 29-36.
- MAZURKIEWICZ, M. 1994. Factors influencing the distribution of the bank vole in forest habitats. *Acta Theriologica*, 39: 113-126.
- MIKKOLA, H. 1983. *Owls of Europe*. Buteo Books, Vermillion.
- NORBERG, R. A. 1970. Hunting technique of Tengmalm's owl *Aegolius funereus*. *Orn. Scand.* 1: 51-64.
- NORBERG, R. A. 1978. Skull asymmetry, ear structure and function, and auditory localization in Tengmalm's owl, *Aegolius funereus* (Linné). *Phil. Trans. R. Soc. London B*, 282: 325-410.
- PRODON, R., ALAMANY O., GARCIA-FERRÉ D., CANUT J., NOVOA C., DEJAIFVE P. 1990. L'aire de distribution pyrénéenne de la Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus*. *Alauda* 58 (4): 233-243.
- TELLERÍA, J.L., SANTOS, T., ALCÁNTARA, M. 1991. Abundance and food-searching intensity of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) in fragmented forests. *Journal of Mammalogy*, 72: 183-188.
- TORRE, I. 1998. Comunitats de petits mamífers dels ambients subalpins del Parc Natural Cap Moixeró i possible aplicació a la conservació del Mussol de Tengmalm (*Aegolius funereus*). Generalitat de Catalunya, 139 pp. Inédito.

TORRE, I. 1999. Comunitats de petits mamífers dels ambients subalpins del Parc Natural Cadí-Moixeró, Generalitat de Catalunya, 84 pp. Inèdito.

TORRE, I. & TELLA, J.L. 1994. Distribution of the Cabrera water shrew (*Neomys anomalus*) in Northeastern Spain. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 59: 282-288.

TORRE, I. & ARRIZABALAGA, A. 1998. Comunitats de petits mamífers de l'alta muntanya andorrana. In Dalmau, J. & Mariné, R. 1998. Distribució, status i conservació del mussol pirinenc al Principat d'Andorra. M. I. Govern d'Andorra. Inèdito.

TORRE, I., VIÑUELA, J., MARTÍNEZ, J. BONAL, R., DÍAZ, M. 1999. Efectos del pastoreo del ganado vacuno sobre la distribución y abundancia de micromamíferos en pastizales de montaña del Sistema Central. *IV Jornadas Españolas de Conservación y Estudio de Mamíferos*. Pp. 117-118, Segovia.

YAHNER, R.H. 1982. Microhabitat use by small mammals in farmstead shelterbelts. *J. Mammalogy*, 63: 440-445.