

EFFECTOS DE LA ESTRUCTURA FORESTAL SOBRE LA ABUNDANCIA DEL TOPILLO ROJO *Myodes glareolus* (SCHREBER, 1780) EN UN ENCINAR DE LA GARROTXA (NE CATALUNYA)

IGNASI TORRE* Y ANTONI ARRIZABALAGA

Museu de Granollers-Ciències Naturals, C/ Francesc Macià 51.
08402 Granollers (Barcelona). (i.torre@museugranollers.org)*

RESUMEN

El topillo rojo *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) es un pequeño roedor forestal de requerimientos eurosiberianos que habita en todo el tercio norte de la Península Ibérica. Dentro de su rango de distribución europeo, el topillo rojo acostumbra a preferir zonas forestales con gran cobertura de sotobosque (ej: arbustos o herbáceas) que le proporciona refugio y alimento. No obstante, no se conoce mucho sobre sus requerimientos ambientales en la región mediterránea, la cual constituye su límite meridional de distribución. En este trabajo se analiza cuál es el efecto de la estructura forestal de un encinar de la comarca de la Garrotxa (NE Catalunya) sobre la abundancia del topillo rojo. Para ello se dispusieron un total de 34 parcelas rectangulares de 8 trampas Sherman (4 x 2) en zonas con diferente estructura dentro de la misma masa forestal. Estas parcelas fueron trampeadas durante tres días consecutivos en el invierno de 1999. La estructura forestal permitió definir dos grupos de parcelas a partir de un análisis de clúster: 1) constituido por 17 parcelas, presenta encinas de mayor porte y una menor densidad de pies, con un sotobosque de arbustos y herbáceas bastante desarrollado, y 2) constituido por 10 parcelas, caracterizado por presentar encinas de porte pequeño y alta densidad de pies, con un sotobosque muy pobre. Finalmente se añadió un tercer grupo experimental (n = 7), que consistió en parcelas en las que se hizo un aclareo de la masa arbustiva y forestal con gran similitud estructural a los bosquetes del tipo 2. Se realizaron capturas de 32 individuos diferentes, y el análisis de la varianza demostró que la densidad de topillos fue 9 veces superior en las parcelas tipo 1 que en las tipo 2, mientras que no se obtuvieron capturas en las parcelas tipo 3. Estos resultados apuntan unas preferencias de microhábitat muy parecidas a las ya conocidas en poblaciones más norteñas, seleccionando masas forestales con una gran cobertura arbustiva y herbácea.

Palabras clave: desbroce, estructura forestal, selección de hábitat, sotobosque, topillo rojo.

ABSTRACT

*Effects of forest structure on bank vole *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) abundance in a holm oak woodland from La Garrotxa (NE Catalonia, Spain)*

The bank vole *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) is a small Eurosiberian forest rodent that lives in the northern third of the Iberian Peninsula. Within its European distribution range, the bank vole is known to prefer forested areas with extensive plant cover (i.e., herbs and shrubs) that provide refuge and food. However, there is a lack of data on its environmental requirements in the Mediterranean, which constitutes the southernmost limit of its distribution. This study analyzed the influence of forest structure on bank vole abundance in a holm-oak forest in La Garrotxa (NE Catalonia, Spain). A total of 34 rectangular plots each containing 8 Sherman traps (4 x 2) were constructed in zones with different structures within the same forest patch. These plots were sampled for 3 consecutive days in winter 1999. The forest structure enabled the definition of two groups of plots based on cluster analysis: 1) one group of 17 plots (type 1) with large oaks and a smaller density of trunks, with a great amount of herbaceous vegetation and shrubs; and 2) a group of 10 plots (type 2), with small oaks and a high density of trunks, with very poor undercover. A third experimental group was added (n = 7 plots), consisting of plots with a structure similar to the type 2 plots, and that were cleared by removing bushes and small trees. A total of 32 different individuals were captured, and analysis of variance demonstrated that the density of bank voles was 9 times higher in type 1 plots than in type 2 plots, whereas there were no captures in type 3 plots. These results indicate microhabitat preferences that are similar to those already known in more northern populations, and that lead to the selection of forest patches with extensive shrub and herbaceous cover.

Key words: Bank vole, habitat selection, forest clearing, forest structure, undercover vegetation.

INTRODUCCIÓN

El topillo rojo *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) es un roedor de requerimientos eurosiberianos ampliamente distribuido por toda Europa, extendiéndose desde el Mediterráneo a Escandinavia, y desde Gran Bretaña al Mar Negro (Sptizenberger 1999). En la Península Ibérica su distribución abarca el tercio norte, desde Galicia a Catalunya, penetrando algo hacia el sur en los sistemas montañosos como la Sierra de la Demanda (Soria) y las sierras del litoral de Barcelona (Luque-Larena y Gosálbez 2007). Algunos autores consideran al topillo rojo como una especie generalista en lo que respecta al hábitat, a pesar de que acostumbra a preferir ambientes forestales cubiertos por abundante sotobosque (ej. vegetación herbácea y arbustiva; Gurnell 1985, Mazurkiewicz 1994). Otros

autores consideran que el topillo rojo es un especialista en el uso del hábitat, pues claramente selecciona ambientes forestales y evita ambientes abiertos, aunque dispongan de una abundante cubierta arbustiva o herbácea (Tattersall *et al.* 2002, Torre y Arrizabalaga 2008). Dejando al margen esta disyuntiva generalista-especialista, el topillo rojo parece seleccionar microhábitats con abundante cobertura a baja altura en zonas forestales, hecho que se relaciona con la mayor disponibilidad de alimento (ej. frutos, bayas, etc.) y con la cobertura antipredatoria (Mazurkiewicz 1994). Parece demostrado que las manchas con mayor cobertura arbustiva y/o herbácea soportan más cantidad de individuos como consecuencia de la mayor reproducción (más individuos sexualmente activos) y de los procesos demográficos relacionados (Mazurkiewicz 1994).

El topillo rojo acostumbra a dominar numéricamente las comunidades de micromamíferos forestales en el centro y norte de Europa (Mazurkiewicz 1994). Sin embargo, esta situación parece cambiar a medida que nos acercamos al límite meridional de distribución de la especie, ya que las comunidades forestales mediterráneas acostumbran a estar dominadas por el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*). El topillo rojo parece realizar penetraciones importantes en ambientes mediterráneos (Torre *et al.* 1996), si bien acostumbra a preferir aquellos microhábitats más húmedos (bosques de ribera, bosques con orientación norte, etc.; Torre y Arrizabalaga 2008). Es precisamente de la zona mediterránea de donde existe menos información sobre las preferencias de hábitat y microhábitat del topillo rojo.

El objetivo de este trabajo es conocer los patrones de abundancia del topillo rojo con relación a la estructura del hábitat en un encinar litoral del norte de la provincia de Girona.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra situada en la Serra de Finestres (La Garrotxa, Girona), y se trata de un extenso encinar litoral (*Quercetum ilicis galloprovinciale*), situado a una altitud media de 625 m.s.n.m (Cuadrícula UTM 31TDG66, Coordenadas UTM: x= 468045, y= 4661600). Se dispusieron un total de 34 parcelas rectangulares de 8 trampas Sherman (4 x 2), separadas unos 15 m y cubriendo una superficie mínima de 225 m² (ver Torre y Díaz 2004) que

representan la variabilidad espacial y estructural observada en el encinar litoral. Siete parcelas fueron sometidas a un desbroce de matorral y de árboles de porte arbustivo. Todas las parcelas fueron trampeadas durante tres días consecutivos en invierno de 1999. Las trampas estuvieron operativas durante 72 horas, realizando una revisión cada 24 horas, a primera hora de la mañana. Los animales capturados fueron determinados a nivel de especie, pesados, sexados, marcados (cortando un poco de pelo de diferentes partes del cuerpo) y liberados en el punto de captura (Gurnell y Flowerdew 1990).

Se realizó una estima visual de la estructura de la vegetación mediante 11 variables (altura y cobertura) en un radio de 5 m alrededor de cada par de trampas, utilizando los valores medios por parcela para caracterizar la estructura de cada una de ellas (Torre y Díaz 2004). La distancia mínima entre parcelas vecinas fue de 30 m. A pesar de la gran proximidad entre parcelas, no se obtuvieron capturas de individuos de parcelas vecinas debido a la brevedad del estudio. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para: 1) detectar las relaciones de covarianza entre las variables de estructura de la vegetación, y 2) obtener gradientes ortogonales de combinaciones de variables que puedan ser útiles en la modelización. Un análisis de clúster (método K-means) permitió agrupar las diferentes parcelas en base a su estructura forestal.

La posible influencia de los gradientes estructurales (CPs) sobre la abundancia del topillo rojo se testó mediante el análisis de regresión múltiple por pasos, utilizando la abundancia como variable dependiente y las puntuaciones de los componentes principales como variables independientes para evitar la autocorrelación de las variables originales (Yahner 1982). Se utilizó el Análisis multivariante de la varianza (MANOVA) para detectar diferencias generales en la estructura de la vegetación entre grupos de parcelas, y el análisis de la varianza (ANOVA) para ver diferencias para cada variable estructural y para la abundancia de topillo rojo en los diferentes grupos de parcelas. Previamente a todos los análisis, las variables fueron convenientemente transformadas para conseguir su normalización (arcoseno para proporciones y logaritmo para las variables continuas, Zar 1996).

RESULTADOS

Se capturaron un total de 116 micromamíferos de 3 especies en las siguientes proporciones: 72 ratones de campo (*Apodemus sp.*), 32 topillos rojos, y 13 musarañas grises (*Crocidura russula*). Los dos factores extraídos del análisis factorial recogieron el 54% de la varianza original contenida en las 11 variables estructurales medidas en las 34 parcelas (Tabla 1). El primer factor (41%) representa un gradiente que va desde estructuras forestales poco desarrolladas (encinares con mucha cobertura y poca altura, con diámetro pequeño y alta densidad de pies) a bosques más desarrollados (encinares con poca cobertura arbórea y mucha altura, pocos pies y de diámetro grande). Paralelamente, este factor representa un gradiente para el estrato arbustivo y un gradiente inverso para el recubrimiento de rocas. El segundo factor (13%) representa un gradiente que va de zonas con el suelo recubierto de hierbas a zonas con el suelo recubierto de hojarasca. El análisis de cluster utilizando estos factores permitió agrupar 27 parcelas (no se incluyeron

TABLA 1

Correlaciones de las 11 variables estructurales con las dos componentes principales extraídas del Análisis de las Componentes Principales (ACP) (en todos los casos $p < 0,05$).

Correlations between the 11 structural variables and the two principal components extracted from the PCA (in all cases $p < 0.05$).

Variabes	CP1	CP2
Cobertura Rocas (%)	-0,58	
Cobertura Arboles (%)	-0,77	
Altura Arboles (m)	0,85	
Cobertura Arbustos (%)	0,84	
Altura Arbustos (cm)	0,76	
Cobertura Hierbas (%)	0,52	-0,69
Altura Hierbas (cm)		
Cobertura Musgo (%)	-0,38	
Cobertura hojarasca (%)	-0,61	0,85
Anchura Troncos (cm)	0,78	
Densidad Troncos	-0,92	
Varianza (%)	41	13

las parcelas desbrozadas) en dos grupos que representan las dos estructuras forestales observadas (bosque aclarado: n= 17; bosque denso: n= 10); 1) un encinar aclarado, constituido por una baja densidad de pies y un bajo recubrimiento de copas, y unos diámetros y alturas arbóreas importantes, y 2) un encinar denso, con una elevada densidad de pies y gran recubrimiento de copas, y unos valores bajos para la altura y diámetro de los árboles. El estrato arbustivo asociado a estas dos estructuras forestales es muy diferente; así pues, el desarrollo arbustivo es significativamente más importante en el encinar aclarado, como es de esperar por razones de competencia por la luz. A posteriori se añadió un tercer grupo de 7 parcelas sometidas a un desbrozo total del estrato arbustivo (ver Tabla 2). Estos tres grupos difieren muy significativamente respecto del factor 1, mientras que

TABLA 2

Valores medios de las variables estructurales y de la abundancia del topillo rojo (individuos por parcela) en cada uno de los tres grupos de parcelas forestales estudiado (diferencias testadas mediante ANOVA). N, número de parcelas.

Mean values of the structural variables and bank vole abundance (individuals per plot) in the three groups of forest plots studied, and differences tested by ANOVA. N, number of plots.

Variables	GRUPO 1 N = 17	GRUPO 2 N = 10	GRUPO 3 N = 7	Probabilidad (p)
Cobertura Rocas (%)	12,12	22,80	16,50	0,0032
Cobertura Arboles (%)	48,31	63,75	63,57	0,0004
Altura Arboles (m)	6,83	4,80	5,11	0,0002
Cobertura Arbustos (%)	65,44	42,50	10,36	0,0000
Altura Arbustos (cm)	136,66	119,35	56,57	0,0000
Cobertura Hierbas (%)	42,35	20,25	17,86	0,0006
Altura Hierbas (cm)	13,49	14,63	11,07	n.s.
Cobertura Musgo (%)	10,24	13,88	12,68	n.s.
Cobertura hojarasca (%)	64,85	67,50	65,71	n.s.
Anchura Troncos (cm)	12,03	9,23	9,43	0,0001
Densidad Troncos	13,20	26,88	33,82	0,0000
CP1 (componente principal)	0,80	-0,61	-1,08	0,0000
CP2 (componente principal)	-0,25	0,16	0,37	n.s.
Topillo rojo (<i>Myodes glareolus</i>)	1,76	0,20	0,00	0,0015

no lo hacen respecto del factor 2 (ver Tabla 2). Un análisis multivariante de la varianza (MANOVA) demuestra la existencia de grandes diferencias en la estructura de la vegetación entre los tres grupos de parcelas ($F_{26,38} = 37,02$, $p < 0,0001$). El ANOVA detectó diferencias en 9 de las 11 variables comparadas. Las parcelas del grupo 1 presentan mayor cobertura en el sotobosque (arbustos y herbáceas), y mayor madurez forestal (troncos más anchos y altos), siendo las más favorables a la presencia del topillo rojo (Tabla 2).

El topillo rojo disminuyó muy significativamente su abundancia media desde el encinar aclarado al encinar denso, y desapareció del encinar desbrozado. El análisis de regresión múltiple demostró que la abundancia relativa del topillo rojo se relacionó positivamente con la CP1, un gradiente estructural positivo para la cobertura de arbustos y herbáceas. El modelo de regresión fue moderadamente explicativo: $R = 0,65$, $R^2 = 0,31$, $F_{2,31} = 8,58$, $p = 0,001$.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos apuntan a que el topillo rojo que habita en masas forestales continuas presenta preferencias por manchas de estructura bien desarrollada (árboles maduros espaciados y con abundante sotobosque), y rehúsa las manchas de estructura subdesarrollada (árboles pequeños y juntos, con sotobosque ausente). Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios realizados en el centro y norte de Europa (Mazurkiewicz 1994), pues la presencia del topillo rojo acostumbra a asociarse con bosques con un gran desarrollo del sotobosque (herbáceo o arbustivo), tanto en ambientes forestales continuos como en matrices forestales o zonas de cultivo (Van Appeldoorn *et al.* 1992, Fernández *et al.* 1994, Mazurkiewicz 1994, Fitzgibbon 1997). Esta asociación estrecha con el sotobosque parece independiente del tipo de hábitat estudiado, y se basa en la necesidad de encontrar lugares seguros para nidificar y alimentarse (Alcántara y Tellería 1991, Díaz 1992, Díaz *et al.* 1993) y evitar a los depredadores (Torre y Díaz 2004). Parece demostrado que las manchas con mayor cobertura arbustiva y/o herbácea soportan más cantidad de individuos como consecuencia de la mayor reproducción (más individuos sexualmente activos) y de los procesos demográficos relacionados (mayor supervivencia y emigración, menor inmigración, Mazurkiewicz 1994).

Esta asociación con el sotobosque se hace todavía más estrecha durante el invierno, cuando la vegetación densa puede ayudar a la termorregulación de los individuos (Alonso *et al.* 1996). El presente estudio se ha desarrollado en invierno, una de las dos épocas más desfavorables para estos pequeños animales endotermos en la zona mediterránea (verano e invierno), y por tanto una asociación estrecha con el sotobosque tiene un claro significado desde las diferentes perspectivas ecológicas y biológicas (ej. mayor protección ante depredadores, mayor disponibilidad de alimento, menor pérdida de calor, etc.). No obstante, un estudio reciente realizado en diferentes hábitats de una montaña mediterránea parece demostrar que esta asociación con el sotobosque no se da siempre y que otros factores ambientales (ej. humedad) pueden influir en la selección del hábitat por el topillo rojo (Torre y Arrizabalaga 2008).

Por otro lado, el topillo rojo rehusó completamente el bosque desbrozado, un hecho que coincide con lo que cabría esperar si tenemos en cuenta que las alteraciones de la estructura forestal conllevan cambios físicos y biológicos (ej., cambios microclimáticos, en la disponibilidad de alimento, en la exposición a los depredadores, etc.) que tienen como consecuencia cambios en la calidad e idoneidad del hábitat para los micromamíferos (Kirkland 1990). Estos cambios pueden afectar de una manera más negativa sobre la distribución espacial de especialistas forestales como el topillo rojo a través de la pérdida de hábitat y de la fragmentación (dependiendo en gran parte de la extensión de la transformación realizada, Sullivan *et al.* 1999).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha sido financiado por el *Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa* y el *Centre Tecnològic Forestal de Catalunya*. Jordi Camprodon proporcionó soporte logístico en la zona de estudio. Queremos agradecer los comentarios de dos revisores anónimos sobre una primera versión del presente artículo.

REFERENCIAS

- ALCÁNTARA, M. Y J. L. TELLERÍA (1991). Habitat selection of Wood Mouse in cereal steppes of Central Spain. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 56: 347-351.
- ALONSO, C. L., J. M. DE ALBA, R. CARBONELL, M. LÓPEZ DE CARRIÓN, C. MONEDERO, F. J. GARCÍA, Y T. SANTOS (1996). Preferencias de hábitat invernal de la musaraña común

- (*Crocidura russula*) en un encinar fragmentado de la submeseta norte. *Doñana Acta Vertebrata*, 23: 175-188.
- DÍAZ, M. (1992). Rodent seed predation in cereal crop areas of Central Spain: effects of physiognomy, food availability, and predation risk. *Ecography*, 15: 77-85.
- DÍAZ, M., E. GONZÁLEZ, R. MUÑOZ-PULIDO Y M. A. NAVESO (1993). Effects of food abundance and habitat structure on seed-eating rodents wintering in Spanish man-made habitats. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 58: 302-311.
- FERNÁNDEZ, F. A. S., P. R. EVANS Y N. DUNSTONE (1994). Local variation in rodent communities of Sitka spruce plantations - the interplay of successional stage and site-specific habitat parameters. *Ecography*, 17 (4): 305-313.
- FITZGIBBON, C. D. (1997). Small mammals in farm woodlands: The effects of habitat, isolation and surrounding land-use patterns. *Journal of Applied Ecology*, 34 (2): 530-539.
- GURNELL J. (1985). Woodland rodent communities. In: *The Ecology of Woodland Rodents, Bank Voles and Wood Mice* (ed. by J. R. Flowerdew, J. Gurnell and J. H. W. Gipps). *Symposia of the Zoological Society of London*, 55: 377-402.
- GURNELL J. AND J. R. FLOWERDEW (1990). Live trapping small mammals. A practical guide. *Occasional Publications of the Mammal Society of London*, 3: 1-39.
- KIRKLAND, G. L. (1990). Patterns of initial small mammal community change after clearcutting of temperate North American forests. *Oikos*, 59: 313-320.
- LUQUE-LARENA, J. J. Y J. GOSÁLBEZ (2007). *Myodes glareolus* (Schreber, 1780). Pp 398-400. En: L. J. Palomo, J. Gisbert y J. C. Blanco (eds.), *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU. Madrid.
- MAZURKIEWICZ, M. (1994). Factors influencing the distribution of the bank vole in forest habitats. *Acta Theriologica*, 39 (2): 113-126.
- SPTIZENBERGER, F. (1999). *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780). Pp: 212-213. En: A. J. Mitchell-Jones et al. (eds). *The Atlas of European Mammals*. T & AD Poyser, London.
- SULLIVAN, T. P., R. A. LAUTENSCHLAGER Y R. G. WAGNER (1999). Clearcutting and burning of northern spruce-fir forests: implications for small mammal communities. *Journal of Applied Ecology*, 36: 327-344.
- TATTERSALL F. H., D. W. MACDONALD, B. J. HART, P. JOHNSON, W. MANLEY Y R. FEBER (2002). Is habitat linearity important for small mammal communities on farmland? *Journal of Applied Ecology*, 39 (4): 643-652.
- TORRE, I. Y A. ARRIZABALAGA (2008). Habitat preferences of the bank vole (*Myodes glareolus*) in a Mediterranean mountain range. *Acta Theriologica*, 53: 229-240.

- TORRE, I. Y M. DÍAZ (2004). Small mammal abundance in Mediterranean post-fire habitats: a role for predators? *Acta Oecologica*, 25 (3): 137-142
- TORRE, I., J. L. TELLA Y A. ARRIZABALAGA (1996). Environmental and geographic factors affecting the distribution of small mammals in an isolated mediterranean mountain. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 61: 365-375.
- VAN APeldoorn R. C., W. T. OOSTENBRINK, A. VANWINDEN Y F. F. VANDERZEE (1992). Effects of habitat fragmentation on the bank vole, *Clethrionomys glareolus*, in an agricultural landscape. *Oikos*, 65 (2): 265-274.
- YAHNER, R. H. (1982). Microhabitat use by small mammals in farmstead shelterbelts. *Journal of Mammalogy*, 63: 440-445.
- ZAR, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.