

## Inventario y estudio de los quirópteros en Quintos de Mora, Toledo

Óscar de Paz<sup>1\*</sup>, Gonzalo Pérez-Suárez<sup>1</sup>, Susana Martínez-Alós<sup>1</sup> & Carlos Rodríguez-Vigal<sup>2</sup>

1. Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid.

2. Centro de Quintos de Mora, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

\* Autor para correspondencia: o.depaz@uah.es

### Resumen

El trabajo se ha desarrollado durante los meses de junio y julio de 2009 para determinar la fauna de quirópteros y comparar la actividad de caza en los hábitat más representativos de la finca Quintos de Mora, en la provincia de Toledo. En total se han registrado 9 especies: *Myotis daubentonii*, *Myotis escalerai*, *Myotis myotis*/*M. blythii*, *Eptesicus serotinus*/*E. isabellinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii* y *Tadarida teniotis*. Se han realizado 10 sesiones de captura que han proporcionado 28 ejemplares de 7 especies, de todas ellas a excepción de *M. daubentonii* y *M. escalerai* se han obtenido datos de reproducción. Las grabaciones de los registros acústicos han proporcionado 2.471 pases y 501 tentativas de caza en un periodo de muestreo de 2.637 minutos. En los puntos de agua (charcas, embalse) se obtuvieron el mayor número de pases y de tentativas de caza. Las plantaciones de coníferas (*Pinus pinaster*) y las áreas constituidas por vegetación rala (matorrales y pastos) fueron los hábitat más y menos utilizados respectivamente. Todas las especies fueron detectadas en más de un hábitat, aunque algunas de ellas (*M. myotis*/*M. blythii*, *M. daubentonii*, *E. serotinus*/*E. isabellinus* y *T. teniotis*) no fueron localizadas en todos. *P. kuhlii* con el 54,8% de los pases registrados y el 60,3% de las tentativas de caza fue la especie más frecuente y sus hábitat más y menos utilizados fueron respectivamente las plantaciones de *Pinus pinaster* y los quejigares (*Quercus faginea*).

**Palabras clave:** Quirópteros, Inventario, Actividad, Hábitat, Toledo.

### Abstract

This survey was carried out in June and July 2009 to identify the bat species and monitor their foraging activity in various habitats of Quintos de Mora's farm, Toledo, Central Spain. Nine species were identified: *Myotis daubentonii*, *Myotis escalerai*, *Myotis myotis*/*M. blythii*, *Eptesicus serotinus*/*E. isabellinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii* and *Tadarida teniotis*. We carried out 10 trapping sessions that allowed us to capture 28 individuals belonging to 7 species. Reproduction data were obtained from all species except *M. daubentonii* and *M. escalerai*. Ultrasound recordings gathered during 2,637 minutes provided 2,471 bat passes and 501 feeding buzzes. Total numbers of both bat passes and feeding buzzes were higher over water sites (ponds, reservoir) than in other habitats. Conifer plantations (*Pinus pinaster*) and Mediterranean macchia were respectively the most and the least used habitats by bats. All species were recorded in more than one habitat, although some of them (*M. myotis*/*M. blythii*, *M. daubentonii*, *E. serotinus*/*E. isabellinus* and *T. teniotis*) were not located in all habitat types. *P. kuhlii* were the most frequently recorded bats (54,8% of bat passes and 60,3% of feeding buzzes belonged to this species) and they were more and less frequently recorded in conifer plantations of *Pinus pinaster* and *Quercus faginea* respectively.

**Keywords:** Bats, sound inventory, activity, habitats, Toledo.

### Introducción

Los murciélagos son un grupo biológico para el que no suelen existir muchas acciones de conservación. Los países mediterráneos disponen de una alta diversidad de murciélagos (Hutson *et al.* 2001) y en la Península Ibérica se pueden encontrar al menos 31 especies (Ibáñez *et al.* 2006, Palomo *et al.* 2007, Lorente *et al.* 2010) de las que al menos 22 han sido localizadas

en la provincia de Toledo (datos propios). Muchas de ellas se encuentran global o localmente amenazadas, por lo que todos los Quirópteros españoles están incluidos en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y 13 de ellos forman parte del Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011), siendo 22 las especies incluidas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de

Castilla-La Mancha (Decreto 33/1998 de 5 de mayo, DOCM nº 22/1998). El declive de las poblaciones de alguna de estas especies en diversas partes de su área de distribución está asociado a la pérdida de sus hábitats de caza (Hutson *et al.* 2001). Por tanto, la protección y monitorización de las áreas de alimentación junto con la protección de los refugios son las actividades que requieren una mayor atención para la conservación de estos animales.

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el conocimiento de los murciélagos en la finca Quintos de Mora, aportando nuevos datos sobre su distribución y abundancia relativa. Así como, determinar los principales hábitats de caza utilizados por los murciélagos con el fin de inferir su importancia y poder priorizar medidas de conservación.

## Material y métodos

El área de estudio comprende toda la superficie de la finca de Quintos de Mora localizada en los Montes de Toledo, municipio de Los Yébenes, que tiene una extensión de 6.864 ha, y está caracterizada, desde el punto de vista de su medio natural, por presentar formaciones vegetales diversas con masas boscosas de relativa densidad y tamaño. Su altitud varía entre los 787 y los 1.217 m.

Con el fin de inventariar todas las especies presentes en el área de estudio, durante los meses de junio y julio de 2009 se combinaron diferentes metodologías (captura, revisión de potenciales refugios y detección de individuos por medios acústicos), cada una de las cuales es selectiva para determinadas especies (Kunz & Kurta 1988), pudiendo complementarse entre ellas.

Se han realizado 10 sesiones de captura distribuidas por toda el área de estudio, con redes de niebla y trampas de arpa (Tuttle 1974), colocadas transversalmente en puntos de agua, lindes de bosque, setos, cauces y pasillos de vegetación, lo que proporciona una visión del uso relativo de hábitat por las distintas especies (Perkins & Cross 1988). En cada sesión se desplegaron hasta 36 metros de redes, manteniéndose entre 4 y 5 h tras la puesta de sol. Asimismo, se utilizaron 2 trampas de arpa de 2 x 2 m que se mantuvieron durante toda la noche debido al escaso éxito de captura.

En la finca Quintos de Mora no existen cavidades, minas o túneles y apenas se hallan edificaciones, y las que existen disponen de escasas fisuras u oquedades que puedan servir de refugio a los murciélagos. No obstante, se ha procedido a la exploración de todos aquellos enclaves, excepto árboles, que pudieran servir como refugio de murciélagos incluyendo las juntas bajo los puentes y la revisión de las cajas nido instaladas para favorecer la nidificación de aves paseriformes.

La actividad de los murciélagos se ha determinado mediante la realización de itinerarios y estaciones de escucha. Este tipo de metodologías también aporta información sobre la abundancia relativa de las especies en relación a los diferentes hábitats utilizados (Vaughan *et al.* 1997, Russo & Jones 2003).

Se han diseñado 8 itinerarios de escucha considerando cada una de las principales unidades de vegetación: 1) rebollar, formaciones jóvenes de rebollo (*Quercus pyrenaica*) entre los que se encuentran plantones reforestados de abedul (*Betula pendula*); 2) encinar, constituido por pies maduros de *Quercus ilex*, entre los que suelen aparecer ejemplares de *Q. pyrenaica* y algunos madroños (*Arbutus unedo*); 3) quejigar (*Quercus faginea*), constituyen dehesas con pies de medio porte en las zonas llanas de la finca; 4) pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*), formados por plantaciones con escaso sotobosque sometido a una gran presión por la alta concentración de ciervos (*Cervus elaphus* Linneo, 1758); 5) pinares de pino resinero (*Pinus pinaster*), constituyen formaciones compactas que actualmente se encuentran en proceso de saca para restaurar las formaciones naturales autóctonas; 6) matorral dominado por jarales (*Cystus ladanifer*) y otras formaciones del matorral mediterráneo como romero (*Rosmarinus officinalis*) y cantueso (*Lavandula stoechas*); 7) madroñales, constituidos por pies de medio y alto porte de madroño (*Arbutus unedo*), que conforman las laderas de los arroyos; y 8) charcas naturales y bebederos artificiales para el ganado ubicados en todos los tipos de hábitat muestreados.

Cada uno de los itinerarios de escucha consta de 9 a 13 puntos de escucha de 5 minutos, separados entre sí por una distancia variable en función de las características del entorno. Cada itinerario, iniciado 30 minutos tras la puesta de sol, se replicó en 4 ocasiones y el tiempo empleado en la realización de cada uno de ellos nunca fue superior a los 90 minutos. Tanto en los puntos de escucha, como en el trayecto entre ellos, se procedió a la grabación con detectores de ultrasonidos en división de frecuencia (Petterson Elektronik D980) conectados a grabadoras digitales (Edirol R9 y Zoom H2) con una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz. Asimismo, y con el fin de corroborar la identificación de las especies se grabaron, en todos los casos, pequeños periodos en el sistema de tiempo expandido. En las grabaciones, se contabilizaron los pases de murciélagos (Fenton 2003), las tentativas de captura de presas ("feeding buzzes") (Griffin *et al.* 1960) y las llamadas sociales.

Estas grabaciones fueron analizadas mediante una aplicación informática específica (BatSound 3.31, Petterson Elektronik) utilizando como referencia una colección de grabaciones de sonidos de 103 individuos

obtenida de áreas adyacentes e identificados a nivel de especie. En este análisis fueron consideradas las siguientes variables: frecuencia principal (FP, frecuencia emitida en el instante de máxima energía de la señal); Frecuencia mínima (Fmin)/ Frecuencia máxima (Fmax) (frecuencias emitidas con una diferencia de 24dBs por debajo o encima de la frecuencia principal); amplitud de la señal (AS, diferencia entre la frecuencia máxima y mínima); intervalo entre pulsos (IP, tiempo entre el inicio de un pulso y el siguiente); y longitud del pulso (LP, duración del pulso).

Con el fin de determinar la influencia de las condiciones meteorológicas sobre los datos de actividad se ha realizado un análisis de correlación de los datos meteorológicos de las noches de muestreo previamente recogidos de la estación ubicada en el recinto principal de la finca Quintos de Mora.

Para comparar el uso que cada una de las especies hace de los diferentes hábitats y determinar la actividad en cada uno de ellos se han realizado análisis de varianza de muestras repetidas mediante los programas Statgraphics plus 5.0 y SPSS 12.0. Así como mediante un test Chi-Cuadrado en conjunción con el estadístico  $z$  de Bonferroni (Neu *et al.* 1974, Byers & Seinhorst 1984). Además, con el fin de generalizar a todo el área de estudio la información obtenida en las estaciones de escucha se realizó una extrapolación por el método *kriging* (Webster & Oliver 2007) utilizando los programas SAGA\_GIS (System for Automated Geoscientific Analysis) y gvSIG (Generalitat Valenciana). El número mínimo de puntos utilizados en la predicción fue de 3 y el radio mínimo de búsqueda de 1 km.

## Resultados

Se ha inventariado un total de 9-11 especies en el área de estudio (Tabla 1), incluyendo los grupos de especies *E. serotinus/isabellinus* y *M. myotis/blythii*. De ellas, 7 han sido tanto capturadas como grabadas con detectores, mientras que *Myotis escaleraei* Cabrera, 1904 (cuya presencia ha sido confirmada mediante análisis de ADN mitocondrial, J. Juste *com. pers*) sólo fue capturada y otras dos, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) y *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814), sólo fueron grabadas con detectores. En todas las especies capturadas, a excepción de *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) y *M. escaleraei*, se ha comprobado la cría, bien por la presencia de individuos juveniles o de hembras lactantes. La eficiencia de captura (nº de individuos/sesiones de trampeo) ha sido aproximadamente de 3 individuos/sesión, con un total de 28 individuos capturados.

En total se han analizado 2.637 minutos de grabaciones de ultrasonidos en los que se han registrado

2.471 pases. De éstos, el 93,4% (2.308) se han identificado a nivel específico o han sido asignado a grupos fónicos. Solamente 163 pases (6,6%) no se han podido identificar por corresponder a un grupo fónico de más de 2 especies, a la baja amplitud de la señal o a problemas de grabación de la misma. Las especies registradas más frecuentemente fueron las pertenecientes al género *Pipistrellus* e *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837). Del conjunto de 2.308 pases registrados e identificados, 1.353 corresponden a *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817), 383 a *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) y 288 a *H. savii*. De las 8 especies identificadas con esta metodología, 7 han sido registradas mientras cazaban, mientras que *T. teniotis* fue observada únicamente en fase de búsqueda. En total, se han registrado 501 tentativas de caza (*feeding buzzes*), lo que implica que el 20,3% del total de pases incluyen al menos una tentativa de caza. Una fuerte correlación ( $r=0,88$ ,  $DF=53$   $p<0,001$ ) entre el número de pases y el número de tentativas de caza ha podido confirmar que el número de pases proporciona una buena estima de la actividad de caza de los murciélagos. Tanto los pases como las tentativas de caza registrados en los distintos hábitat ha mostrado diferencias estadísticamente significativas ( $F_{7,39}=4,31$ ,  $p<0,05$  para los pases y  $F_{7,29}=4,31$ ,  $p<0,05$  para las tentativas de caza), siendo mayor en las estaciones de escucha situadas en las charcas y embalse (Figura 1). Asimismo, se ha registrado un elevado número de pases y tentativas de caza en el hábitat dominado por pino resinero (*Pinus pinaster*). No obstante, los pases y las tentativas de caza muestran distribuciones independientes en todos los hábitat analizados ( $\chi^2=14,07$ ;  $g.l.=7$ ;  $p<0,01$ ).

No se han observado diferencias significativas en el número medio de especies presentes en cada hábitat ( $F_{7,73}=1,59$   $p>0,1$ ), aunque los puntos de agua y rebollares muestran un mayor número de especies (Tabla 2). Por otro lado, las áreas cubiertas por matorral y pasto y los pinares presentan el menor número de especies.

De acuerdo con los valores de los intervalos de Bonferroni, el conjunto de especies detectadas seleccionan positivamente los hábitats en el siguiente orden: puntos de agua, formaciones de roble melojo, pinares de pino resinero y formaciones de madroños, mientras que encinares fueron los más evitados seguido de los pinares de pino piñonero, matorrales y quejigares (Figura 2).

Las tres especies del género *Pipistrellus* e *H. savii* aparecen en todos los tipos de hábitat (Tabla 2). *P. kuhlii* aparece en todos los hábitats con altos niveles de actividad, aunque se han observado diferencias estadísticamente significativas entre hábitats tanto en relación al número de registros sonoros por minutos ( $F_{6,35}=3,57$   $p<0,005$ ), como a tentativas de caza ( $F_{6,39}=5,62$   $p<$

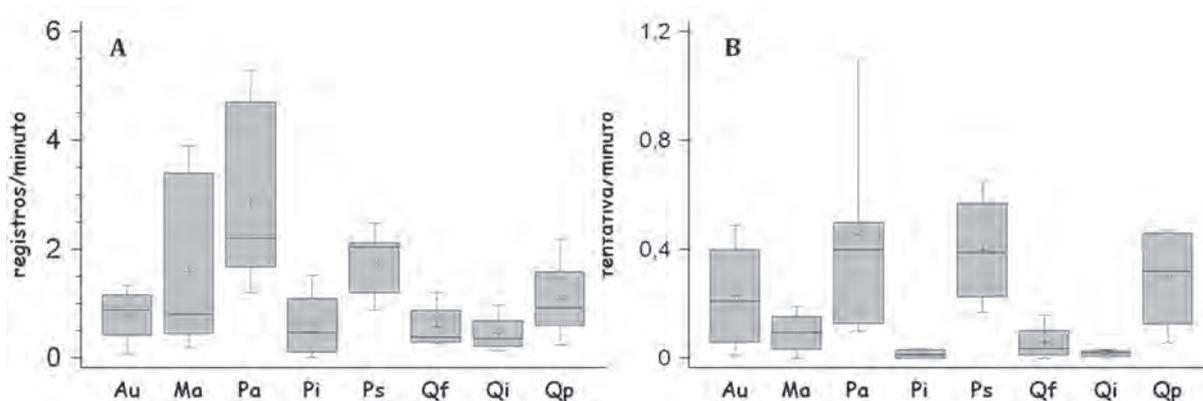
0,001). Tanto los puntos de agua (charcas y embalse) como las zonas ocupadas por *P. pinaster* difieren significativamente del resto de los hábitat con un 95% de nivel de confianza, siendo las áreas preferentemente utilizadas por esta especie. El análisis de selección de Bonferroni, revela que en *P. kuhlii* los puntos de agua son los hábitats preferidos seguido de los rebollares, pinares de pino resinero y formaciones de madroño, evitando los pinares de pino piñonero, encinares, matorrales y, por último, quejigares (Figura 3). *P. pygmaeus* es la se-

gunda especie con mayor número de pases sonoros y aunque también se ha detectado en todos los hábitats muestreados, no se han registrado tentativas de caza en el pinar de pino resinero (*P. pinaster*) y solo una vez fue detectado en el pinar de pino piñonero (*P. pinea*) y en encinares (*Q. ilex*). Selecciona positivamente los puntos de agua (charcas y embalses) y rebollar, evitando los encinares, pinares de pino piñonero y quejigares (Figura 3). También *H. savii* selecciona positivamente los puntos de agua y el rebollar (Figura 3), siendo, este último,

**Tabla 1.** Número de individuos capturados en las sesiones de trampeo, número de pases y número de tentativas de caza (*feeding buzzes*) registrados en los itinerarios y estaciones de escucha de cada una de las especies localizadas.

*Number of individuals caught in the trapping sessions, number of bat pass and feeding buzzes of each species recorded with ultrasound detectors.*

Especies	Capturas		Escuchas			
	Individuos	%	Pases	%	Feeding Buzzes	%
<i>E. serotinus/E. isabellinus</i>	1	3,6	80	3,2	6	1,2
<i>H. savii</i>	4	14,3	288	11,7	25	5,0
<i>M. daubentonii</i>	2	7,1	92	3,7	41	8,2
<i>M. escalerai</i>	1	3,6	--	--	--	--
<i>Mmyo/Mblythii</i>	7	25,0	8	0,3	1	0,2
<i>Myotis sp</i>	--	--	84	3,4	28	5,6
<i>P. kuhlii</i>	10	35,7	1353	54,8	302	60,3
<i>P. pipistrellus</i>	--	--	100	4,0	9	1,8
<i>P. pygmaeus</i>	3	10,7	383	15,5	89	17,8
<i>T. teniotis</i>	--	--	4	0,2	--	--
Indeterminada	--	--	79	3,2	--	--
Total	28	100,0	2471	100,0	501	100,0
Nº Especies	7		9		8	



**Figura 1.** Media del total de pases (A) y tentativas de caza (B) registrados en los 8 tipos de hábitat considerados: Au= Madroñal, Ma= Matorral y pasto, Pa= puntos de agua, Ps= pinar de pino resinero, Pi= pinar de pino piñonero, Qf= quejigal, Qi= encinar, Qp= melojar. Se muestra la mediana, media y desviación estándar.

*Mean counts of total bat passes (A) and of total feeding buzzes (B) recorded in the 8 habitat types. Au: Arbutus unedo, Ma: Mediterranean macchia, Pa: lakes and livestock, Pi: Pinus pinea plantations, Ps: Pinus pinaster plantations, Qf: Quercus fagaginea woodlands, Qi: Quercus ilex woodlands, Qp: oaks woodlands. Median, mean and standard deviation showed.*

el hábitat donde se registró el mayor número de pases sonoros de esta especie, mientras evita los quejigares, encinares y matorral.

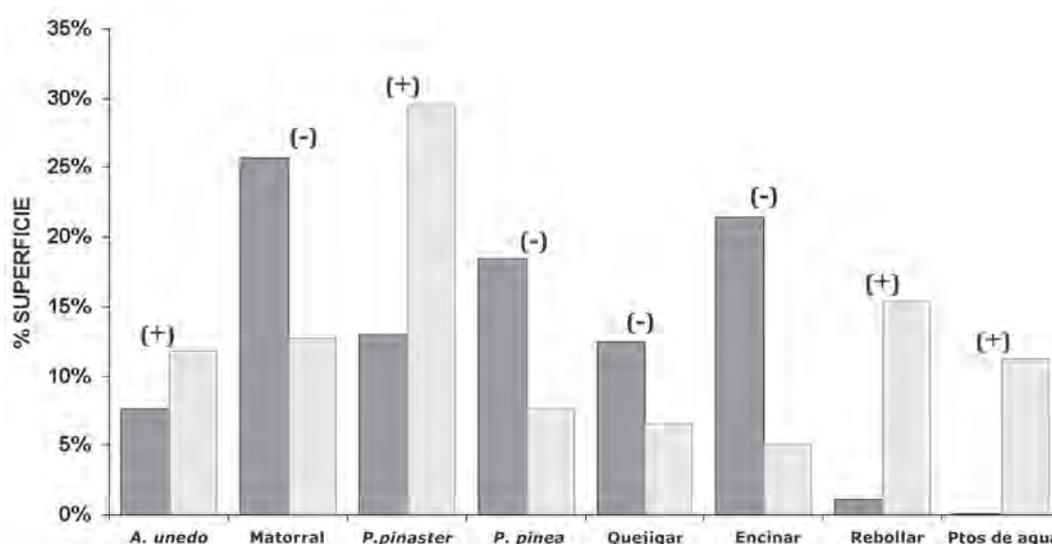
La distribución espacial de la actividad registrada en relación al número de pases y tentativas de caza se ha extrapolado a todo el área de estudio (Figura

4), pudiendo observarse como la actividad decrece de forma radial desde las áreas en las que se encuentran las charcas que son los lugares donde se concentra la mayor actividad de los murciélagos, sobre todo aquellas que se ubican en el interior de las formaciones de rebollar. Las áreas con menor actividad son las que se

**Tabla 2.** Especies observadas en cada tipo de hábitat. Número total de especie/hábitat y media y rango del número de especies detectadas en cada punto o estación de escucha. Las abreviaturas de los hábitat como en la figura 1.

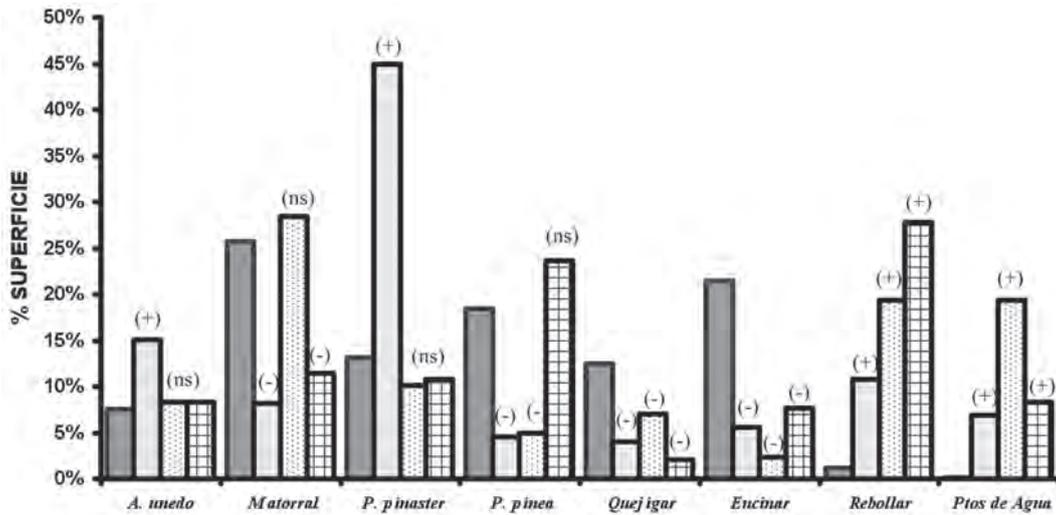
*Bat species recorded in each habitat type, total number of species/habitat (total E) and mean (media E), and range of the number of species detected at each site. Habitat abbreviations as in Figure 1.*

Especies	Hábitat							
	Au	Ma	Ps	Pi	Qf	Qi	QP	Pa
<i>E. serotinus/E. isabellinus</i>	*	*	*	*	*	*		*
<i>H. savii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>M. daubentonii</i>							*	*
<i>M. escalerae</i>							*	
<i>Mmyo/Mblythii</i>	*					*	*	*
<i>Myotis</i> sp	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>P. kublii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>P. pipistrellus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>P. pygmaeus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>T. teniotis</i>					*			*
Total E	7	6	6	6	7	7	8	9
Media E	3,6	4,7	4,1	3,2	3,3	2,6	3,9	3,6
Rango	1-6	3-6	2-6	0-6	1-6	0-4	2-6	1-6



**Figura 2.** Hábitat disponible (gris oscuro) y hábitat utilizado (gris claro) por el conjunto de especies y grupos de especies de quirópteros registradas en la finca Quintos de Mora en 2009. Los signos expresan la significación de la selección de hábitat determinado por los intervalos de Bonferroni: (+) hábitat preferido; (-) hábitat evitado.

*Habitat selection by Quintos de Mora bats: comparisons of habitat available (dark gray) vs. habitat used (gray). Signs express significance of habitat selection determined by Bonferroni's simultaneous confidence intervals: (+) preference; (-) avoidance.*



**Figura 3.** Hábitat disponible (gris oscuro) y hábitat utilizado por *P. kuhlii* (gris claro), *P. pygmaeus* (punteado), *H. savii* (cuadrículado) en la finca Quintos de Mora en 2009. Los signos expresan la significación de la selección de hábitat determinado por los intervalos de Bonferroni: (+) hábitat preferido; (-) hábitat evitado, (ns) sin significación estadística.

*Habitat selection by Quintos de Mora bats: comparisons of habitat available (dark gray) vs. habitat used by P. kuhlii (gray), P. pygmaeus (dotted), H. savii (squared). Signs express significance of habitat selection determined by Bonferroni's simultaneous confidence intervals: (+) preference; (-) avoidance (ns) no significance.*

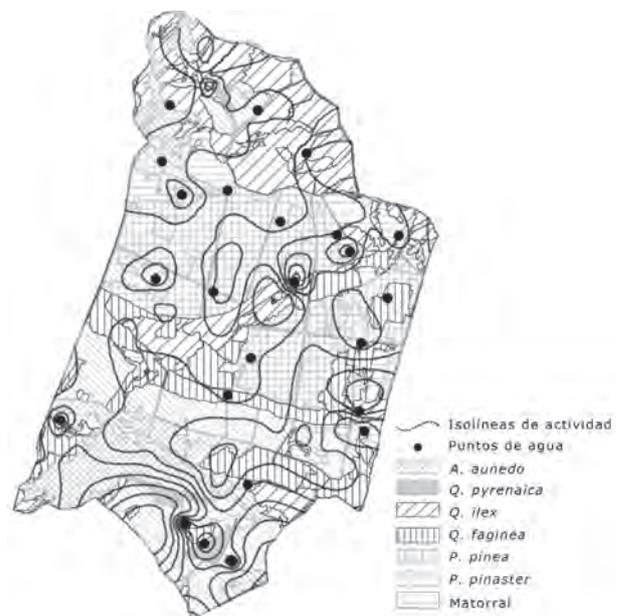
encuentran más alejadas de los puntos de agua. Este mismo patrón puede ser observado en las tentativas de caza.

Hay una escasa correlación entre el número de pases registrados y las variables meteorológicas de temperatura y humedad registradas en el transcurso de los muestreos. En el caso de la temperatura la correlación es positiva ( $r= 0,17$ ,  $p > 0,05$ ) pero tan solo explica el 3% de la variabilidad, mientras que la correlación es negativa con la humedad relativa ( $r= -0,26$   $p > 0,05$ ) y el modelo de correlación tan solo explica el 6,8% de la variabilidad.

## Discusión

El presente estudio ha permitido comprobar la presencia de 9-11 especies de murciélagos en la finca Quintos de Mora, a las que habría que añadir otras dos, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) y *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829) citadas en un estudio anterior (Paz & Lucas 1998). Para valorar la riqueza de especies de murciélagos en un lugar es necesario combinar distintos métodos de muestreo (Flaquer *et al.* 2007) y, en este estudio, si bien la mayoría de las especies fueron detectadas con ambos métodos, hubo dos (*M. escaleraei* y *T. teniotis*) que sólo fueron detectadas con uno de los dos métodos; no obstante, la metodología empleada no ha permitido detectar la presencia de murciélagos de hábitos forestales. En general los distintos tipos de hábitat presentes en la finca Quintos de Mora se encuentran sometidos

a una fuerte presión debido a la gran densidad de grandes herbívoros, principalmente ciervos (*Cervus elaphus*), cuya alimentación en primavera se compone principalmente de herbáceas (Bugalho & Milne 1996, Carranza 2007). Los ciervos, a tan altas densidades, podrían eliminar una importante parte de la



**Figura 4.** Distribución de la actividad en los distintos hábitats de la finca Quintos de Mora. La concentración de isolíneas de actividad indica un mayor número de registros.

*Activity distribution in 8 different habitats of Quintos de Mora's farm. The concentration of activity isolines indicate a greater number of records.*

cobertura vegetal, limitando el número potencial de presas para los murciélagos, especialmente para aquellas especies que suelen capturar las presas de la vegetación como es el caso de algunas forestales. Además, los bosques de frondosas son escasos y relativamente jóvenes por lo que la ausencia de árboles añosos o muertos que proporcionan refugios adecuados (Mayle 1990) y otras características del hábitat relacionados con la anterior, como la existencia de madera muerta o agujeros de pícidos (Napal *et al.* 2010), podría explicar, en parte, la ausencia de especies de murciélagos forestales, especialmente de aquellas que suelen utilizar este tipo de refugios como es el caso de *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817) y *M. mystacinus* (Kuhl, 1817). Aunque la tasa de identificación alcanzada en los análisis de los pulsos grabados (93,4%) es ligeramente superior a la obtenida por Vaughan *et al.* (1997) y por Russo & Jones (2003), que utilizaron un método de muestreo similar para estudios llevados a cabo, respectivamente, en Inglaterra e Italia, cerca del 50% de los pases correspondientes al grupo de los pequeños *Myotis* no pudieron ser identificados a nivel específico y podrían ser asignados a *M. escalerai*, *M. emarginatus* o *M. daubentonii*, ya que la presencia de otras especies del género *Myotis* (*M. bechsteinii*, *M. mystacinus* o *Myotis alcaethoe* Helversen y Heller, 2001) no ha sido citada en el entorno del área de estudio (Palomo *et al.* 2007) y sus hábitats no son los idóneos para la presencia de estas especies (Agirre *et al.* 2004, Alcalde 2009, Napal *et al.* 2010). No se han obtenido pases de *P. austriacus* debido probablemente a la dificultad para detectar sus sonidos de ecolocalización (Waters & Jones 1995, Vaugahn *et al.* 1997) aunque la especie ha sido citada en el área de estudio (Paz & Lucas 1998).

De las especies identificadas en este estudio, al menos tres (*M. myotis*, *M. escalerai* y *H. savii*) se encuentran incluidas en la categoría *Vulnerable* del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha; la primera de ellas está, además, incluida como *Vulnerable* en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011) y en los anexos II y IV de la Directiva Hábitat.

Los datos obtenidos permiten agrupar a la mayoría de las especies presentes en 3 patrones básicos de distribución:

- Especies de distribución general y continua en todo el área de estudio: *P. pipistrellus*, *P. pygmaeus*, *P. kuhlii*, *E. serotinus*/*E. isabellinus* e *H. savii*. Todas son fisurícolas y el conjunto de grabaciones de sonido obtenido podría reflejar su abundancia relativa.
- Especies ligadas a medios acuáticos, que suelen hallarse en las inmediaciones de masas de agua estable y suelen utilizar, como refugio, oquedades

de árboles y fisuras de construcciones próximas a los medios acuáticos. Éste es el caso de *M. daubentonii*. También, y dado que se han obtenido numerosos pases sonoros, podría ser considerada abundante en el área de estudio.

- Especies de detección ocasional o poco conocidas: *R. ferrumequinum*, *M. myotis*, *M. escalerai*, *P. austriacus* y *T. teniotis*. Las tres primeras son cavernícolas y, por lo general, muestran una distribución general aunque dispersa, pues sus poblaciones se agrupan en pocas colonias, mientras que las dos últimas son fisurícolas, aunque *P. austriacus* suele refugiarse en construcciones abandonadas. No obstante, los datos obtenidos son insuficientes para determinar el estado de sus poblaciones en este enclave.

La importancia de los puntos de agua (charcas y embalses) viene a confirmar los estudios llevados a cabo por otros autores en otros enclaves mediterráneos (Russo & Jones 2003, Rainho 2007). En esas zonas podría haber una mayor densidad de presas que en cualquier otra (Barclay 1991) y en este estudio hemos recogido niveles de alta actividad para *P. kuhlii*, *P. pygmaeus* y *M. daubentonii*, así como también se ha registrado un elevado número de pases para otras especies generalistas como *E. serotinus*/*isabellinus* e *H. savii*. Por tanto, la importancia de mantener estos enclaves bien conservados, sobre todo en ambientes mediterráneos donde la disponibilidad de agua puede ser un recurso limitado, resulta esencial para la conservación de los murciélagos ya que además de proporcionar oportunidades para beber (Russo *et al.* 2003), constituyen focos de abundancia de insectos (Wickramasinghe *et al.* 2004).

El oportunismo mostrado por *P. kuhlii* y *P. pygmaeus* en la elección de los hábitats de caza, también observado en Italia (Russo & Jones 2003), podría estar relacionado con su plasticidad en la ecolocalización (Schnitzler *et al.* 1987, Jones & Parisj 1993, Kalko & Schnitzler 1993), lo que permitiría a estos murciélagos explotar una variedad de hábitats de estructura diferente y disponer de un amplio espectro de presas para alimentarse (Beck 1995, Barlow 1997, Arlettaz *et al.* 2000).

Por lo general, los murciélagos prefieren bosques de frondosas a los de coníferas ya que los primeros soportan un mayor número de insectos (Waring 1988, 1989, Entwistle *et al.* 1996), hecho que puede ser confirmado por el elevado número de especies observado en los bosques de rebollo en el área de estudio, aunque en este hábitat la actividad solo fue considerable para unas pocas especies, especialmente *P. kuhlii*, *H. savii* y *P. pygmaeus*. No obstante, el alto número de pases sonoros e intentos de caza de *P. kuhlii*

registrados en el pinar de pino resinero sugiere una abundancia de insectos presa para esta especie, lo que parece contradecir otros estudios en los que este tipo de hábitat tiene un valor limitado como áreas de caza para los murciélagos (Russo & Jones 2003). La calidad actual de esta cobertura vegetal, sometida a estrés hídrico y alto nivel de competencia, puede favorecer la generación de plagas de insectos que podrían constituir parte de la dieta de *P. kuhlii* (Goiti *et al.* 2003).

Las variables climáticas (temperatura y humedad relativa) no parecen influir la actividad de los murciélagos. En contra de lo que sucede en Inglaterra (Vaughan *et al.* 1997), la actividad de los murciélagos del centro peninsular, al igual que ocurre en el sur de Italia (Russo & Jones 2003) o en el centro de Portugal (Rainho 2007) no está influida por la temperatura. Las suaves temperaturas registradas (> 10,0°C en todo el área de estudio, con una media nocturna de 18,3°C) pueden tener una nula o limitada influencia sobre la disponibilidad de presas (Taylor 1963) y consecuentemente sobre la actividad de los murciélagos (Catto *et al.* 1995, Vaughan *et al.* 1997). Además, los muestreos se realizaron al final de la primavera y en verano, es decir, en un periodo donde las temperaturas son elevadas y, por tanto, pueden no tener influencia en la disponibilidad de presas.

## Referencias

- Agirre-Mendi P.T., García-Mudarra J.L., Juste J. & Ibáñez C. 2004. Presence of *Myotis alcathoe* Helversen & Heller, 2001 (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica*, 6: 49-57.
- Alcalde J.T. 2009. *Myotis alcathoe* Helversen & Heller, 2001 y *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), nuevas especies de quirópteros para Navarra. *Munibe*, 57: 225-236.
- Arlettaz R., Godat S. & Meyer H. 2000. Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). *Biological Conservation*, 93: 55-60.
- Barclay R.M.R. 1991. Population structure of temperate zone insectivorous bats in relation to foraging behaviour and energy demand. *Journal of Animal Ecology*, 60: 165-178.
- Barlow K.E. 1997. The diets of the phonic types of the bat *Pipistrellus pipistrellus* in Britain. *Journal of Zoology*, 243: 597-609.
- Beck A. 1995. Fecal analyses of European bat species. *Myotis*, 32-33: 109-119.
- Bugalho M.N. & Milne J.A. 2003. The composition of the diet of red deer (*Cervus elaphus*) in a Mediterranean environment: a case of summer nutritional constraint? *Forest Ecology and Management*, 181 (1-2): 23-29.
- Byers C.R. & Steinhorst R.K. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 48: 1050-1053.
- Carranza J. 2007. *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. Pp. 352-355. En: L.J. Palomo, J. Gisbert & J.C. Blanco (eds.). *Atlas y libro Rojo de los mamíferos de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid. 586 pp.
- Catto C.M.C., Racey P.A. y Stephenson P.J. 1995. Activity patterns of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) at a roost in southern England. *Journal of Zoology*, 235: 635-644.
- Entwistle A.C., Racey P.A. & Speakman J.R. 1996. Habitat exploitation by a gleaner bat, *Plecotus auritus*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 351: 921-931.
- Fenton M.B. 2003. Eavesdropping on the echolocation and social calls of bats. *Mammal Review*, 33: 193-204.
- Flaquer C., Torre I. & Arrizabalaga A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammalogy*, 82: 526-533.
- Goiti U., Vecin P., Garin I., Saloña M. & Aihartza J.R. 2003. Diet and prey selection in Kuhl's pipistrelle *Pipistrellus kuhlii* (Chiroptera: Vespertilionidae) in south-western Europe. *Acta Theriologica*, 48: 457-468.
- Griffin D.R., Webster F.A. & Michael C.R. 1960. The echolocation of flying insects by bats. *Animal Behaviour*, 8: 141-154.
- Hutson A.M., Mickleburgh S.P. & Racey P.A. 2001. *Microchiropteran Bats: Global Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Ibáñez C., García-Mudarra J.L., Ruedi M., Stadelmann B. & Juste J. 2006. The Iberian contribution to cryptic diversity in European bats. *Acta Chiropterologica*, 8: 277-297.
- Jones G & van Parijs M. 1993. Bimodal echolocation in pipistrelle bats: are cryptic species present? *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 251: 119-125.
- Kalko E.K.V. & Schnitzler H.U. 1993. Plasticity in echolocation signals of European pipistrelle bats in search flight: implications for habitat use and prey detection. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 33: 414-428.
- Kunz T.H. & Kurta A. 1988. Capture methods and holding devices, En: T.H. Kunz (ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (1-29). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Lorente L., Albero J. C., Rivas J.L. y Jato R. 2010. Nuevas observaciones de murciélago bicolor (*Vespertilio murinus* L., 1758) en el Pirineo aragonés. *Galemys*, 22: 53-54.
- Mayle B.A. 1990. A biological basis for bat conservation in British woodlands: a review. *Mammal Review*, 20: 159-195.
- Napal M., Garin I., Goiti U., Salsamendi E. & Aihartza J.R. 2010. Habitat selection by *Myotis bechsteinii* in the southwestern Iberian Peninsula. *Annales Zool. Fennici*, 47: 239-250.
- Neu C.W., Byers C.R. & Peek J.M. 1974. A Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *Journal of Wildlife Management*, 38: 541-545.
- Palomo L.J., Gisbert J. & Blanco J.C. 2007. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid: 586 pp.

- Paz O. de & de Lucas J. 1998. *Estudio sobre la evaluación de poblaciones de mamíferos, reptiles y anfibios amenazados en Castilla-La Mancha. Bases científicas para su conservación. Quirópteros*: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Informe inédito)
- Perkins J.M. & Cross S.P. 1988. Differential use of some coniferous forest habitats by hairy and silver-haired bats in Oregon. *The Murrelet*, 69: 21-24.
- Rainho A. 2007. Summer foraging habitats of bats in a Mediterranean region of the Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica*, 9 (1): 171-181.
- Russo D & Jones G. 2003. Use of foraging habitat by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, 26: 197-209.
- Schnitzler H.-U., Kalko E., Miller L. y Surlykke A. 1987. The echolocation and hunting behavior of the bat, *Pipistrellus kuhlii*. *Journal of Comparative Physiology, A*, 161: 267-274.
- Taylor L.R. 1963. Analysis of the effects of temperature on insects in flight. *Journal of Animal Ecology*, 32: 99-117.
- Tuttle M.D. 1974. An improved trap for bats. *Journal of Mammalogy*, 55: 475-477.
- Vaughan N., Jones G. & Harris S. 1997. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. *Journal of Applied Ecology*, 34 (3): 716-730.
- Waters D.A. & Jones G. 1995. Echolocation call structure and intensity in five species of insectivorous bats. *Journal of Experimental Biology*, 198: 475-489.
- Waring P. 1988. Response of moth populations to coppicing and the planting of conifers, 82-113 pp. En: K. Kirby & F.J. Wright (eds), *Woodland conservation and research in the Clay Vale of Oxfordshire and Buckinghamshire*. NCC, Peterborough.
- Waring P. 1989. *Comparison of light trap catches in deciduous and coniferous woodland habitats*. *Entomologist's Record*, 101: 1-10.
- Webster R. & Oliver M.A. 2007. *Geostatistics for environmental scientist*. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England. 317 pp.
- Wickramasinghe L.P, Harris S., Jones G. & Jennings N.V. 2004. Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, 18: 1283-1292.

