

CAJAS REFUGIO PARA QUIRÓPTEROS Y ESTUDIO DE LA POBLACIÓN DEL MURCIÉLAGO OREJUDO DORADO (*PLECOTUS AURITUS* LINNEO, 1758) EN UN ÁREA FORESTAL DE LA PROVINCIA DE GUADALAJARA

ÓSCAR DE PAZ¹, JESÚS DE LUCAS² Y JOSÉ LUIS ARIAS³

RESUMEN

Se ha estudiado la ocupación de dos modelos de cajas refugio específicamente diseñadas para quirópteros de diferente volumen en un área de aproximadamente 60 Has ubicada en un pinar de *Pinus sylvestris* de la vertiente norte de la Sierra del Alto Rey (Guadalajara).

Las cajas han sido controladas durante la época de actividad de los quirópteros (marzo-octubre) en el intervalo comprendido entre los años 1996 y 1998. En total se revisaron 2314 cajas con una proporción de ocupación del 7,7%. Las cajas de menor volumen muestran una mayor proporción de ocupación (8,6%) frente a las de mayor tamaño (6,8%). La presencia real de individuos supone el 2,3% del total de las cajas revisadas y también las de menor tamaño muestran una proporción más alta (3,0%) que las cajas de mayores dimensiones (1,7%).

La elevada proporción de cajas parasitadas (22,4%) por la acción dañina de aves piciformes, nidificación de paseriformes y presencia de invertebrados ha influido negativamente en el uso de las cajas por parte de los murciélagos. Se han observado diferencias significativas en la proporción de parasitación siendo las de mayor tamaño proporcionalmente más parasitadas (27,8%) que las de menor volumen (16,4%).

El número total de quirópteros capturados en las cajas ha sido 178 correspondiendo 176 a *Plecotus auritus* y 2 a *Pipistrellus pipistrellus*. La utilización de las cajas se concreta en los meses de abril a octubre.

El estudio de la dinámica poblacional de *P. auritus* ha revelado una significativa ratio sexual a favor de las hembras entre la población adulta, mientras que en la población juvenil la relación de sexos mantuvo el equilibrio.

Palabras clave: Cajas refugio, *Plecotus auritus*, parasitación, dinámica poblacional.

SUMMARY

The occupation of two different volume box models specifically designed for bats has been studied. The bat boxes were placed in an area of approximately 60 Has and located in a pinegrove of *Pinus sylvestris* of the north slope in the Sierra del Alto Rey (Guadalajara, Central Spain).

¹ Deprt. de Biología Animal, Universidad de Alcalá de Henares, 28871 Alcalá de Henares. Madrid (o_depaz@hotmail.com).

² C/ Chile, 20, 19005 Guadalajara. (jlucasv@hotmail.com).

³ C/ La Concordia, 1, 19001 Guadalajara.

The bat boxes have been controlled during the bats activity period (March–October) from 1996 to 1998. 2314 bat boxes were checked with an occupation proportion of the 7,7%. The bat boxes of smaller volume showed a larger occupation (8,6%) than those of greater size (6,8%). The actual presence of bats was reported in the 2,3% of checked bat boxes. The smaller bat boxes showed a higher proportion (3%) than the greater bat boxes (1,7%).

There was found a high proportion of parasitism in bat boxes (22,4%) by the injurious fowl action, nidification of passeriformes and invertebrates presence. This condition influenced a negative way the occupation of bat boxes. We found meaningful differences in the proportion of parasitic action. The parasitism proportion of greater size bat boxes was 27,8%, while the smaller volume bat boxes supposed a lower parasitism proportion (16,4%).

Analysing a total number of 178 bats captured in bat boxes, we found 176 of them were *Plecotus auritus* and 2 were *Pipistrellus pipistrellus* and the bat boxes occupation was reduced to months from April to October.

The study of the populational dynamics of *P. auritus* has revealed a meaningful sexual ratio in favor of females of adult population, while the sex ratio of juvenile population maintained the balance.

Key words: Bat boxes, *Plecotus auritus*, parasitism, populational dynamics.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de refugios adecuados para los murciélagos es uno de los principales factores que influyen en el asentamiento, diversidad y abundancia de las distintas especies de quirópteros en una determinada región (HUMPHREY, 1975). Por ello, la instalación de refugios artificiales o la adecuación de los ya existentes es una de las medidas básicas a tener en cuenta, para garantizar el mantenimiento de las poblaciones de estos mamíferos (STEBBING, 1988), especialmente en aquellas zonas con escasos refugios naturales.

Las consecuencias, en muchos casos inevitables, del manejo de bosques, restauración de construcciones, deforestación, el incremento del uso recreativo de las cavidades naturales y el vandalismo han producido una disminución notable en el número y diversidad de refugios y murciélagos en muchas regiones. Durante las últimas décadas muchos países han realizado notables esfuerzos para paliar la pérdida de lugares de reposo adecuados para los quirópteros mediante la construcción de refugios artificiales. En Europa la instalación de cajas en zonas forestales tiene una larga tradición. Concretamente, en Francia se llevó a cabo la primera experiencia (JOLYET, 1918), que ha sido

seguida en otros países (GERELL, 1985; DIETERICH & DIETERICH, 1988; NAGEL & NAGEL, 1988). En España, la instalación de cajas fue empleada durante los años 70 para contribuir al control de las plagas forestales (CEBALLOS *et al.*, 1977).

La idoneidad de los modelos de cajas de diseño exclusivo para quirópteros ha sido analizada en diversos países europeos (GERELL, 1985; DIETERICH & DIETERICH, 1988; NAGEL & NAGEL, 1988). En España estos estudios han sido escasos y su información se reduce a escasos informes inéditos (PAZ *et al.*, 1996; LUCAS *et al.*, 1997). No obstante, se dispone de información sobre la efectividad del uso por murciélagos de cajas anidaderas para aves insectívoras (BENZAL, 1990), aunque se reconoce la instalación de varios centenares de cajas específicamente diseñadas para murciélagos (C. IBÁÑEZ, com. pers.), que comprenden varios modelos y materiales, siendo los más utilizados la madera y el corcho. En la actualidad se sigue experimentando con diferentes diseños de cajas para murciélagos, los cuáles incluyen novedosas aportaciones como el recubrimiento exterior de la caja con pintura negra para incrementar la temperatura interior por acción de la mayor absorción de la irradiación solar o incluso introducir en el interior de la caja una pequeña resistencia eléctrica para mantener

una temperatura constante (FAWCETT, 1996). También, se han instalado cajas con paredes más gruesas con el fin de proporcionar refugios adecuados para la hibernación (ALTRINGHAM, 1998).

El presente trabajo pretende analizar la ocupación y eficacia de dos modelos de cajas específicamente diseñados para quirópteros en un área forestal de la provincia de Guadalajara (España Central). Asimismo, se pretende esbozar un análisis de la dinámica poblacional del murciélago orejudo dorado (*Plecotus auritus*) durante el periodo de actividad a lo largo de tres años, como especie mayoritaria que ocupa las cajas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende una superficie de 60 Ha que consiste en un bosque de *Pinus sylvestris* situado en la localidad de Condemios de Arriba (Guadalajara), en la vertiente norte de la Sierra del Alto Rey, perteneciente al Sistema Central, a una altitud comprendida entre los 1.320 y 1600 m. snm. Esta área se encuadra en el piso oromediterráneo subhúmedo (RIVAS-MARTÍNEZ, 1983) con una pluviometría anual media de 803,9 mm y unas temperaturas medias mensuales que oscilan entre los 4,8 °C de abril y los 16,8 °C de julio.

Las cajas revisadas pertenecen a dos modelos específicamente diseñados para quirópteros. El modelo de mayor volumen (modelo A) consiste en una modificación del «Richter II» originalmente realizado en 1960 (STEBBINGS, 1974). Sus dimensiones externas son de 400 mm de altura, 250 mm de largo y 220 mm de ancho. Interiormente dispone de una capacidad aproximada de 3600 cm³. El modelo más pequeño (modelo B) está basado en el original «Stratmann FS 1» (STRATMANN, 1973), y sus dimensiones externas son: 400 mm de alto, 300 mm de largo y 110 mm de ancho. Su capacidad interior sobrepasa los 2.000 cm³. Ambos modelos están contruidos en madera de pino de 20 mm de grosor tratada con aceite de linaza en su parte externa y el acceso al interior se realiza por una abertura inferior de 30 mm de ancho. Se instalaron 203 cajas (108 del modelo A y 95 del modelo B) a lo largo del mes de Abril de 1996 alternando ambos modelos, a una altura comprendida entre los 2,9 y 5,5

m. y distribuidas en hileras separadas entre sí aproximadamente por 50 m., de tal forma que componen una malla más o menos uniforme con una densidad media de 4 cajas por hectárea.

Los muestreos fueron realizados entre los meses de marzo a octubre a excepción del año 1996 que se llevaron a cabo solamente entre agosto y octubre. En cada una de las visitas realizadas se anotaba el modelo de caja, el tipo de parasitismo y el contenido de cada una de ellas, limpiándose completamente su interior, salvo en el caso de presencia de nidos de aves con huevos o pollos. Las cajas deterioradas fueron sustituidas o reparadas y vueltas a colocar en la misma posición y árbol. Asimismo, se revisaron periódicamente las cajas anidaderas para aves insectívoras instaladas con anterioridad a las actuales y las distintas construcciones ubicadas en el área de estudio o en sus proximidades como refugios alternativos.

Todos los murciélagos capturados fueron marcados mediante anillas numeradas facilitadas por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, sexados y clasificados como juvenil, inmaduro o adulto (según ENTWISTLE *et al.*, 1998). En el caso de las hembras adultas se anotó su estado reproductivo (preñada, lactante). Se tomaron datos biométricos (longitud del antebrazo, pulgar, quinto dedo y anchura del trago) mediante un calibre o pié de rey con una aproximación de 0,1 mm. Todos los individuos fueron pesados con una balanza Pesola de aproximación de 0,2 g.

Para ampliar el conocimiento de la presencia de otras especies de murciélagos en el área de estudio y sus proximidades, se situaron tres puntos de escucha y se recogieron las emisiones ultrasónicas durante un total de 10 noches con una duración aproximada de una hora por noche, para lo cual se utilizó un detector de ultrasonidos D-980 de la marca Petterson.

RESULTADOS

Modelos de cajas como refugio para quirópteros

En total se han realizado 16 muestreos (3 en 1996, 5 en 1997 y 8 en 1998) en los que se han

revisado 2314 cajas específicas para quirópteros (1223 del modelo A y 1091 del B). La presencia de murciélagos, bien por la observación de individuos como por la de sus excrementos, se ha comprobado en 177 cajas (7,7%). La presencia real de individuos se comprueba en 54 cajas lo que supone el 2,3% del total revisado y el 30,5% de las cajas ocupadas. Tanto la presencia real como la inferida por los excrementos ha experimentado un ligero incremento a lo largo de los tres años de estudio (tabla 1). La ocupación en los dos modelos no resultó significativamente diferente en el caso de la presencia de excrementos (83 del modelo A y 94 del B; $X^2 = 2,38 P < 0,5$) pero sí difería significativamente en cuanto a la observación de individuos (21 del modelo A y 33 del B; $X^2 = 4,22 P < 0,05$). El número total de individuos capturados en las cajas se eleva a 178, de los que 176 corresponden a *Plecotus auritus* y 2 a *Pipistrellus pipistrellus*.

La altura media de las cajas seleccionadas por los murciélagos ($x = 4,21$ m, $s. = 0,49$ m) no difiere de la altura media de las cajas revisadas ($x = 4,20$ m, $s = 0,48$ m). Tampoco se aprecian diferencias entre las medias de la altura de las cajas del modelo A ($x = 4,19$ m, $s = 0,53$) y del modelo B ($x = 4,21$ m, $s = 0,46$) utilizadas por los murciélagos.

La orientación de las cajas ocupadas en su conjunto frente al total revisado (tabla 2) no muestra diferencias significativas ($X^2 = 7,54 P > 0,1$). Tampoco se aprecian diferencias significativas en la orientación de las cajas del modelo A utilizadas ($X^2 = 3,44 P > 0,5$), así como en las del B ($X^2 = 8,16 P > 0,1$)

La presencia en las cajas de colonias de invertebrados (arácnidos, himenópteros), instalación de nidos de paseriformes en el interior de las cajas, y los daños ocasionados por las aves piciformes han limitado o impedido el uso de las mismas por parte de los murciélagos (tabla 3). El deterioro producido por la acción destructiva de las aves piciformes ha forzado la sustitución de 140 cajas, es decir, el 69% de las cajas instaladas. La incidencia de la parasitación es significativamente mayor en las cajas del modelo A, tanto por la presencia de invertebrados ($X^2 = 14,95 P < 0,001$,

TABLA 1
OCUPACIÓN ANUAL DE LAS CAJAS REVISADAS.
[ANNUAL OCCUPATION OF THE CHECKED BOXES]

	1996		1997		1998		Total	
	Cajas	%	Cajas	%	Cajas	%	Cajas	%
Revisadas	206		820		1288		2314	
Presencia	16	7,77	56	6,83	105	8,15	177	7,65
Con individuos	4	1,94	16	1,95	34	2,64	54	2,34

TABLA 2
ORIENTACIÓN DE LOS DOS MODELOS (A Y B)
DE CAJAS REVISADAS Y DE LAS CAJAS (A Y B)
OCUPADAS POR LOS MURCIÉLAGOS.
[DIRECTION OF THE TWO MODELS CHECKED
BOXES (A AND B) AND OF THE BOXES (A AND B)
OCCUPIED BY THE BATS]

	Cajas revisadas			Cajas con presencia		
	A	B	total	A	B	total
NW	146	183	329	8	21	29
N	117	65	182	11	10	21
NE	97	73	170	6	4	10
E	34	65	99	1	4	5
SE	260	243	503	17	20	37
S	172	127	299	11	7	18
SW	273	203	476	22	18	40
W	124	132	256	7	10	17
Total	1223	1091	2314	83	94	177

TABLA 3
NÚMERO DE CAJAS PARASITARIAS DE CADA UNO
DE LOS MODELOS POR LA PRESENCIA DE
INVERTEBRADOS, NIDIFICACIÓN DE
PASERIFORMES Y ACCIÓN DESTRUCTIVA DE AVES
PICIFORMES.
[NUMBER OF EACH MODEL BOXES PARASITED BY
INVERTEBRATES, NIDIFICATION BY
PASERIFORMES AND DESTRUCTIVE FOWL
ACTION]

	Invertebrados		Nidos		Piciformes		Total	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1996	-	-	-	-	5	2	5	2
1997	61	19	20	1	62	34	143	54
1998	51	34	59	45	82	44	192	123
Total	112	53	79	46	149	80	340	179

nidificación de paseriformes ($X^2 = 5,37 P < 0,05$), como la acción devastadora de las aves piciformes ($X^2 = 13,70 P < 0,001$).

El número total de cajas anidaderas de aves revisadas que se encontraban en buen estado de conservación fue solamente de 134, ya que llevan instaladas muchos años y la mayoría de ellas se encuentran deterioradas por efecto de las condiciones atmosféricas o la parasitación por parte de aves piciformes. Se observaron excrementos en 11 (8,2%), mientras que la presencia real se detectó solamente en una caja, es decir, en el 0,7% de las revisadas y el 9,1% de las ocupadas. Dicha caja mostró una agrupación de apareamiento compuesta por un macho y ocho hembras adultas de *Plecotus auritus*.

El uso de detectores de ultrasonidos reveló la presencia de otras especies que potencialmente podrían utilizar las cajas. *Nyctalus leisleri* fue la especie observada con mayor frecuencia, siendo detectada en 8 ocasiones, *Myotis daubentonii* en 7 y *Eptesicus serotinus* y *Myotis nattereri* en dos ocasiones.

Dinámica de la población de *Plecotus auritus*

Un total de 161 *Plecotus auritus* fueron anillados (tabla 4) y de ellos 47 individuos fueron recapturados entre 1 y 4 veces, lo que ha supuesto 222 individuos observados.

La presencia de *P. auritus* en el área de estudio se manifiesta a partir del mes de abril (figura 1), prolongándose hasta la primera mitad del mes de

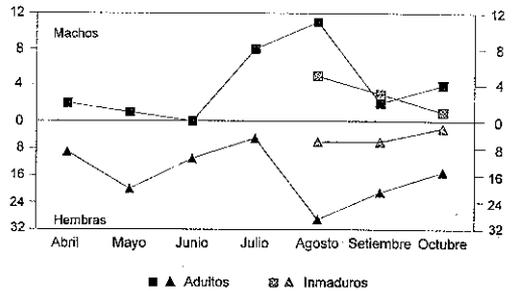


Fig. 1. Distribución mensual de la presencia de *Plecotus auritus* en el área de estudio (cajas y construcciones) por sexos y clases de edad. [Monthly distribution of *Plecotus auritus* presence in the study area (boxes and constructions) by sexes and age classes.]

octubre. Al principio de este periodo, en las cajas solamente se observan machos aislados, mientras que las hembras se localizan en las construcciones.

Durante el mes de mayo las hembras se ubican en las cajas formando grupos de 2 a 6 individuos, aunque al final de este mes las abandonan y vuelven en la segunda mitad del mes de agosto cuando se instalan hasta el final del periodo de estudio. Durante su ausencia las colonias de cría se establecen en las construcciones próximas, donde permanecen hasta la primera mitad de agosto. No obstante, en las cajas se pueden encontrar machos y hembras aislados en este periodo.

Una vez completado el desarrollo de las crías tanto en las cajas como en las construcciones se

TABLA 4

DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE *PLECOTUS AURITUS* ANILLADOS Y RECUPERADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO AGRUPADOS SEGÚN CLASES DE EDAD Y SEXOS (MM=MACHOS; HH=HEMBRAS). [MONTHLY DISTRIBUTION OF *PLECOTUS AURITUS* RINGED AND RECAPTURED IN THE STUDY AREA BY AGE CLASSES AND SEXES (MM=MALES; HH=FEMALES)]

	Anillados	Adultos				Inmaduros				Total			
		MM	HH	MM	HH	MM	HH	MM	HH	MM	HH	MM	HH
Abril	11	2	9	1	—	—	—	—	—	2	9	1	—
Mayo	21	1	20	—	5	—	—	—	—	1	20	—	5
Junio	11	—	11	1	5	—	—	—	—	—	11	1	5
Julio	13	8	5	2	3	—	—	—	—	8	5	2	3
Agosto	51	11	29	2	5	5	6	—	—	16	35	2	5
Septiembre	32	2	21	1	10	3	6	—	—	5	27	1	10
Octubre	22	4	15	2	15	1	2	3	6	5	17	5	21
Total	161	28	110	8	43	9	14	3	6	37	124	12	49

encuentran grupos de 5 a 21 individuos constituidos por hembras adultas e inmaduros. A partir de la última semana de septiembre se establecen grupos de apareamiento, compuestos por machos y hembras adultas, así como inmaduros. El primer grupo de apareamiento encontrado (un macho adulto con 8 hembras adultas) se observó el 28 de septiembre. Los harenes se componen generalmente de un macho y varias hembras en número variable ($x = 6,4$ $n = 8$). No obstante, también suelen encontrarse individuos inmaduros en las agrupaciones de reproducción. Concretamente, cuatro machos y seis hembras inmaduros se han encontrado en tres agrupaciones de apareamiento.

Durante el periodo de estudio se han observado 27 agrupaciones de 3 a 23 individuos con una media de 7,4 por caja. Del total (222 individuos) 48 (21,6%) se hallaron de forma solitaria de los que 31 (64,6%) fueron machos. Las agrupaciones reunieron a 174 (78,4%) individuos, de los que 136 (78,2%) fueron hembras, 32 (18,4%) jóvenes de ambos sexos y 6 (3,4%) machos adultos.

La proporción de sexos para todo el periodo de estudio (37 machos y 124 hembras resultó significativamente diferente de la proporción esperada ($X^2 = 47,01$ $P < 0,001$). Asimismo, la proporción de sexos entre los adultos (28 machos y 110 hembras) reflejó diferencias muy significativas ($X^2 = 48,72$ $P < 0,001$). Sin embargo, entre los individuos inmaduros (9 machos y 14 hembras) no se observaron diferencias significativas ($X^2 = 1,09$ $P > 0,1$).

DISCUSIÓN

Las cajas para murciélagos han sido instaladas como refugios artificiales alternativos durante muchos años en gran parte de Europa (MAYLE, 1990). Los estudios basados en cajas instaladas en plantaciones de coníferas han mostrado las tasas de ocupación más altas (ALTRINGHAM & BULLOCK, 1988; BOYD & STEBBINGS, 1989). No obstante, las cajas anidaderas para aves también son utilizadas por los murciélagos en bosques de hoja caduca (SCHLAPP, 1990). Las cajas para aves se encuentran ampliamente distribuidas en numerosos bosques españoles y su valor como refu-

gio para quirópteros ha sido probado anteriormente (BENZAL, 1990, 1991), mientras que las cajas de diseño específico para murciélagos apenas han sido instalados en nuestros bosques. La efectividad de los modelos que recoge nuestro estudio como refugios para murciélagos queda confirmada por el hecho de que fueron ocupados en el mismo año de su instalación y su utilización se ha ido incrementando en sucesivos años.

La proporción de cajas utilizadas por los murciélagos en el área de estudio es ligeramente superior a la que encontró GERELL (1981) en Suecia (6%), y algo inferior a la aportada por BENZAL (1991) en la Sierra de Guadarrama (8,4%) cuando se trataba de cajas para aves. Asimismo, nuestros resultados siguen siendo ligeramente superiores cuando comparamos el índice de ocupación de nuestros modelos (A = 6,8%; B = 8,4%) con el índice medio de ocupación de modelos contruidos con material similar y diseño parecido (A = 4,5% y E = 6,3% en GERELL, 1985). Sin embargo, son notablemente inferiores cuando los comparamos con otros modelos (B = 34,1% y D = 50,7% en GERELL, 1985) de menor capacidad interior y contruidos con serrín de madera prensado. La razón principal para observar una ocupación menor en las cajas elaboradas en madera es la absorción de agua, que mantienen un alto grado de humedad durante mayor tiempo (GERELL, 1985). El volumen interior de las cajas también determina la presencia de murciélagos, mostrando una mayor tasa de ocupación las de menor capacidad, lo cual parece estar relacionado con el comportamiento fisurícola de los quirópteros forestales.

La presencia de individuos se ha incrementado a lo largo de los tres años del estudio (tabla 1), mostrando el último año unos valores similares a los de la Sierra de Gredos (2,9%) y la Sierra de Guadarrama (3%) (BENZAL, 1990, 1991). El tipo de hábitat, las características bioclimáticas y el modelo de explotación forestal son circunstancias que influyen en el éxito de la ocupación de las cajas. La semejanza de estos factores entre los estudios de BENZAL (1990, 1991) y el llevado a cabo en el área de Condemios ha proporcionado resultados coincidentes. No obstante, solamente se han observado dos especies que utilizan las

cajas (*Plecotus auritus* y *Pipistrellus pipistrellus*) frente a las cuatro (*Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *Pipistrellus kublii* y *Nyctalus leisleri*) observadas por BENZAL (1990). La presencia en las cajas de diferentes especies está relacionado con su carácter colonizador. *Plecotus auritus* se observa en las cajas a lo pocos meses de su instalación, mostrando un carácter ubiquista, mientras que *P. pipistrellus* requiere más tiempo para habituarse a este tipo de refugios. Incluso, otras especies presentes en el área de estudio y que suelen instalarse en cajas como *Myotis nattereri*, *M. daubentonii* y *Nyctalus leisleri* (TAAKE & HILDENHAGEN, 1989; BENZAL & FAJARDO, 1994) no fueron observadas en las cajas.

La altura de las cajas no influye en su utilización por parte de los murciélagos, pero en general suelen situarse tan alto como sea posible para reducir el peligro por depredación o vandalismo. Tampoco, la orientación constituye un factor crítico en la ocupación de las cajas. Sin embargo, las cajas moderadamente más cálidas permiten que los murciélagos tengan un comportamiento hemacrimo, y, en contraste a las cajas menos soleadas, los animales que las ocupan requieren una menor cantidad de energía para elevar su temperatura corporal para iniciar la actividad nocturna. Además, el desarrollo postnatal es relativamente más rápido si las colonias de cría seleccionan los refugios más cálidos (MCNAB, 1982).

El nivel de parasitismo observado en las cajas ha sido muy elevado. La proporción de cajas parasitadas por invertebrados supone el 7,1% del total. Sin embargo, el mayor impacto es el ocasionado por las aves (15,3%), ya que por un lado provocan un notable deterioro de las cajas (aves piciformes) y, por otro, disminuyen el espacio útil de las mismas (nidificación). Además, la acción destructiva de las aves piciformes ha obligado a reponer el 69% de las cajas instaladas. Ninguna de las cajas parasitadas por aves piciformes, instalación de nidos o presencia de colonias de invertebrados (arácnidos, himenópteros) ha mostrado indicios de ocupación por murciélagos, lo cual confirma el rechazo de estos animales hacia las cajas parasitadas (GERELL, 1985).

Las relaciones entre la permanencia en los refugios y fidelidad a los mismos son complejas. La

observación de cajas con excrementos en las intermediaciones de otras que presentaban individuos indica que estos pueden cambiar regularmente de refugio. Estos cambios pueden deberse a las malas condiciones higiénicas, parásitos o la búsqueda de nuevas áreas de caza (WOLZ, 1986). No obstante, esta conducta también se puede explicar como una estrategia de protección frente a los depredadores. Los quirópteros probablemente dispongan de una escasa capacidad para detectar a los depredadores que les descubren abandonando y retornando a los refugios. Incluso, es posible que no perciban el peligro cuando el depredador captura algún individuo a la salida del refugio (TAAKE & HILDENHAGEN, 1989). Por tanto, los cambios frecuentes de refugio son utilizados como habilidad para evitar ser capturados.

Desde el mes de abril hasta el de octubre *P. auritus* utilizó las cajas, aunque durante los primeros meses (abril-julio) las cajas son ocupadas fundamentalmente por machos aislados, mientras que las hembras se refugian en las construcciones, donde se agrupan formando pequeñas colonias, en las que tiene lugar el nacimiento y desarrollo de las crías. Según la hipótesis de STUDIER & O'FARREL (1972) las hembras en avanzado estado de gravidez y los juveniles son termorreguladores deficientes por lo que tienden a agruparse con el objetivo de colaborar en el mantenimiento de una temperatura corporal estable. Sin embargo, estudios posteriores (SPEAKMAN & RACEY, 1987) han revelado que el comportamiento termorregulador en murciélagos es más complejo y parece orientado a optimizar la disponibilidad de recursos tróficos y las condiciones ambientales siempre en relación a las necesidades energéticas de cada momento (GRINEVITCH *et al.*, 1995). Por tanto, la causa de las diferencias de la conducta gregaria entre sexos podría estar relacionada con una mayor protección y seguridad que proporcionan las construcciones frente a las cajas en el periodo más vulnerable de su ciclo anual.

La relación de sexos entre la población adulta mostró diferencias significativas, siendo mayor la proporción de hembras, mientras que en la población juvenil esta relación no difería significativamente de 1:1 (9 machos y 14 hembras). Como en nuestro caso BENZAL (1991) encontró

una clara diferencia a favor de las hembras dentro de la población adulta, pero entre la población juvenil las hembras fueron menos numerosas que los machos. La población que estudió en la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama mostró una mayor proporción de machos en el nacimiento o una mayor supervivencia de los machos durante la lactancia y para que la población se equilibre habría que esperar una mayor mortalidad entre los machos adultos (SWIFT, 1998). Sin embargo, la causa de la diferencia de sexos entre la población juvenil puede ser debida al empleo de un método de determinación de la edad en los machos (RACEY, 1974) que no es el apropiado en el caso de *P. auritus* según el reciente estudio de ENTWISTLE *et al.*, (1998). Por otro lado, BOYD & STEBBINGS (1989) observaron que durante los primeros 5 años de su estudio la población juvenil contenía significativamente más machos que hembras, pero en el siguiente período de 5 años la proporción no difería significativamente. También, la población adulta sufrió variaciones a lo largo de los 10 años de estudio, durante los 5 primeros años el número de machos se incrementó para posteriormente

decrecer en los 5 últimos. En nuestro estudio la proporción de sexos de la población adulta coincide con los resultados de BENZAL (1991), mientras que esa relación en la población juvenil muestra unos resultados similares a los de BOYD & STEBBINGS (1989). La relación de sexos entre la población adulta muestra una constante ratio a favor de las hembras (STEBBINGS, 1970; BOYD & STEBBINGS, 1989; BENZAL, 1991) por lo que se sugiere que las diferencias entre sexos se deben a la conducta y a la ecología de esta especie que causan un mayor índice de mortalidad entre los machos que en las hembras.

Las cajas para murciélagos al mismo tiempo que tienen un claro objetivo de conservación al proporcionar refugios y atraer murciélagos a nuevas áreas, tienen una considerable acogida popular. Asimismo, proporcionan información de gran valor en el estudio de las poblaciones de quirópteros. No obstante, no deberían considerarse como un sustituto para las cavidades de los árboles, cuya pérdida constituye la mayor amenaza para especies menos antropófilas que *P. auritus* (RACEY, 1998).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTRINGHAM, J.D. 1998. Bat houses in British forests. *Bats*, 16: 8-11.
- ALTRINGHAM, J.D. & BULLOCK, D. 1988. Bat boxing in Fife. *Batchat (NCC)*, 11: 4-7.
- BENZAL, J. 1990. El uso de cajas anidaderas para aves por murciélagos forestales. *Ecología*, 4: 207-212.
- BENZAL, J. 1991. Populations dynamics of the Brown Long Eared Bat (*Plecotus auritus*) occupying bird boxes in a pine forest plantation in central Spain. *Netherlands Journal of Zoology*, 41: 241-249.
- BENZAL, J. & FAJARDO, S. 1994. Cómo construir e instalar refugios artificiales para murciélagos. *Quercus*, 101: 38-39.
- BOYD, I.L. & R.E. STEBBINGS. 1989. Population changes of brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in bat boxes at Thetford forest. *Journal of Applied Ecology*, 26: 101-112.
- CEBALLOS, P., ZAMARRO, J. & CARBONELL, M. 1977. Los murciélagos, un programa forestal. *Bol. Estación Central de Ecología*, 6: 69-73.
- ENTWISTLE, A.C., RACEY, P.A. & SPEAKMAN, J.R. 1998. The reproductive cycle and determination of sexual maturity in male brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *J. Zool.*, 244: 63-70.
- DIETERICH, H. & DIETERICH, J. 1988. Zur ansiedlung von Waldleder-mäusen in Schleswig-Holstein. *Myotis*, 26: 153-158.

- FAWCETT, D. 1996. Bat boxes. Bat group projects. *Bat News*, 43: 7-8.
- GERELL, R. 1981. Bat conservation in Sweden. *Myotis*, 18/19: 11-15.
- GERELL, R. 1985. Test boxes for bats. *Nyctalus* (NF), 25: 181-185.
- GRINEVITCH, L., HOLROYD, S.L. & BARCLAY, R.M.R. 1995. Sex differences in the use of daily torpor and foraging time by big brown bats (*Eptesicus fuscus*) during the reproductive season. *J. Zool.*, 235: 301-309.
- HUMPHREY, S.R. 1975. Nursery roosts and community diversity of nearctic bats. *J. Mammalogy*, 56: 321-346.
- JOLYET, A. 1918. Cabanes à chauves-souris. *Rev. Eaux et Forêts*, 56: 121-126.
- LUCAS, J. DE, PAZ, O. DE & ARIAS, J.L. 1997. Revisión, seguimiento y reposición de cajas anidaderas para quirópteros en dos áreas forestales de la provincia de Guadalajara. 16 pp. (Informe inédito). Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- NAGEL, A. & NAGEL, R. 1988. Einsatz von fledermauskästen zur ansiedlung von fledermäusen: ein vergleich von 2 verschiedenen gebieten Baden-Württembergs. *Myotis*, 26: 129-144.
- MAYLE, B.A. 1990. A biological basis for bat conservation in British woodlands: A review. *Mammal Review*, 20: 159-195.
- MCNAB, B.K. 1982. Evolutionary alternatives in the physiological ecology of bats. En: T.H. Kunz (ed.) *Ecology of bats*. pp. 151-200. Plenum Press, Nueva York.
- PAZ, O. DE, LUCAS, J. DE & ARIAS, J.L. 1996. Instalación y seguimiento de cajas anidaderas para quirópteros en dos áreas forestales de la provincia de Guadalajara. 14 pp. (Informe inédito). Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- RACEY, P.A. 1974. Ageing and assessment of the reproductive status of Pipistrelle bats, *Pipistrellus pipistrellus*. *J. Zool.*, 173: 264-271.
- RACEY, P.A. 1998. Ecology of European bats in relation to their conservation. En: T.H. Kunz & P.A. Racey (eds.) *Bat biology and conservation*. PP. 249- 260. Smithsonian Institution Press. Washington.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1983. Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, 5: 33-43.
- SCHLAPP, G. 1990. Populationsdichte und Habitatansprüche der Bechstein Fledermaus *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818) in Steigerwald (Forstamt Ebrach). *Myotis*, 28: 39-57.
- SPEAKMAN, J.R. & RACEY, P.A. 1987. The energetics of pregnancy and lactation in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*. En: M.B. Fenton, P.A. Racey & J.M.V. Rayner (eds). *Recent advances in the study of bats*. pp. 367-392. Cambridge University Press. Cambridge.
- STEBBINGS, R.E. 1970. A comparative study of *Plecotus auritus* and *P. austriacus* (Chiroptera, Vespertilionidae) inhabiting one roost. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 40: 91-94.
- STEBBINGS, R.E. 1974. Artificial roosts for bats. *Q.J. Devon Trust for Nature Conservation*, 6: 114-119.
- STEBBINGS, R.E. 1988. Conservation of European bats. pp. 246. Christopher Helm. Londres.

- STUDIER, E.H. & O'FARRELL, M.J. 1972. Biology of *Myotis thysanodes* and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). I. Thermoregulation. *Comp. Biochem. Physiol.*, 41A: 657-595.
- STRATMANN, B. 1973. Hege waldbewohnender Fledermäuse mittels spezieller Fledermaus-schlaf und fortpflanzungskästen im StFB Waren (Müritzt). Teil 1. *Nyctalus*, 5: 6-16.
- SWIFT, S.M. 1998. Long-eared bats. pp. 182. Poyser Natural History. Londres.
- TAAKE, K. & HILDENHAGEN, U. 1989. Nine year's inspections of different artificial roosts for forest-dwelling bats in northern Westfalia: some results. En: V. Hanak, I. Horacek & J. Gaisler (eds.) *European Bat Research 1987*. pp. 487-493. Charles University Press. Praga
- WOLZ, I. 1986. Wochenstuben-Quartierwechsel bei der Bechnsteinfledermaus. *Z. Säugetierkunde*, 51: 65-74.