

Journal of
Bat Research & Conservation

Cajas refugio para murciélagos
Recomendaciones para su correcta colocación
y revisión. Experiencias realizadas



© SECEMU (Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos)
Primera edición / First edition: April 2020

Editor / *Editors*
ADRIÀ LÓPEZ-BAUCELLS

Diseño y Maquetación / *Graphic design*
MARIA MAS NAVARRO

Soporte en gestión y administración / *Management editor*
ALBA CORONADO

Soporte y asesoramiento en la redacción / *Manuscript review and proofreading*
NATALIE YOH

Publicado por/Published by:
Departamento de Biología Animal. Campus Universitario. Ctra. N-II, Km. 33,6.
Universidad de Alcalá de Henares. 28871, Alcalá de Henares (Madrid). www.secemu.org
e-mail: journalofbatresearch@secemu.org

Impreso por/Printed by:
Museu de Ciències Naturals de Granollers / Granollers Natural Sciences Museum

Fotografía de la portada: *Pipistrellus pygmaeus* en cajas refugio del Delta del Ebro © Oriol Massana Valeriano
Cover picture: *Pipistrellus pygmaeus* in bat boxes from the Ebro Delta © Oriol Massana Valeriano

ES ISSN 1576-9720

En cumplimiento del artículo 24.1 de la vigente Ley de Prensa e Inprenta se hace constar que la Junta Directiva de la Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos, para el periodo de 2017-2020 está constituida por:

| | | |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Presidente (<i>President</i>): | Juan Tomás Alcalde Díaz de Cerio | Vocales (<i>Other members</i>): |
| Vicepresidente (<i>Vice president</i>): | Javier Juste Ballesta | David García Jiménez |
| Secretario (<i>Secretary</i>): | María Mas Navarro | Stewart Finlayson |
| Vicesecretario (<i>Assistant secretary</i>): | Xavier Puig Montserrat | Juan Emilio Echevarría Mayo |
| Tesorero (<i>Treasurer</i>): | María Jesús Celaya Vicente | |

All rights reserved. No part of this book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, without permission in writing from the publishers.

Journal of Bat Research & Conservation

Journal of Bat Research & Conservation es una revista anual que tiene como objetivo principal ser una plataforma para dar a conocer estudios sobre quirópteros. La revista pretende dar cobertura a estudios llevados a cabo en cualquier localidad del mundo. Se pretende dar visibilidad a estudios realizados con rigor científico pero considerados de ámbito local por las revistas internacionales. Asimismo, se espera poder dar cabida a información sobre proyectos destacados y hallazgos de interés en el territorio.

Journal of Bat Research & Conservation is an annual journal that wants to provide a platform to publicize studies on bats. The journal aims to cover research carried out in all over the world. It aims to give visibility to studies conducted with scientific rigor, but considered as local by international journals. Also, we expect to accommodate data about major research projects and findings in the territory.

Juan Tomás Alcalde
Presidente de la SECEMU

Cajas refugio para murciélagos: recomendaciones para su correcta colocación y revisión. Experiencias realizadas

Juan Tomás Alcalde, Gemma Carrasco, David García,
Miguel Ángel Monsalve, Óscar de Paz



Asociación Española
para la Conservación y el
Estudio de los Murciélagos

Departamento de Biología Animal. Campus Universitario. Ctra. N-II, Km. 33,6.
Universidad de Alcalá de Henares. 28871, Alcalá de Henares (Madrid). NIF: G79472643

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Recomendaciones para la colocación y revisión de cajas refugio de murciélagos | |
| 1.1. Introducción..... | 7 |
| 1.2. Especies que utilizan cajas refugio..... | 8 |
| 1.3. Tipos de cajas..... | 8 |
| 1.3.1. Materiales y modelos..... | 8 |
| 1.3.2. Colores..... | 13 |
| 1.4. Hábitats favorables para colocación de cajas..... | 14 |
| 1.5. Dónde y cómo colocarlas..... | 14 |
| 1.5.1. Altura..... | 14 |
| 1.5.2. Orientación..... | 14 |
| 1.5.3. Soporte..... | 15 |
| 1.5.4. Sujeción..... | 15 |
| 1.6. Número de cajas..... | 16 |
| 1.7. Marcaje y georreferenciación..... | 16 |
| 1.8. Inspecciones..... | 16 |
| 1.9. Medidas de seguridad al colocar y revisar cajas..... | 18 |
| 1.10. Cajas refugio como herramienta educativa..... | 19 |
| 1.11. Modelos artesanales de cajas refugio..... | 20 |
| 1.11.1. Caja de madera plana de doble cámara..... | 20 |
| 1.11.2. Caja de madera de sección triangular..... | 21 |
| 1.12. Referencias..... | 22 |
| 2. Experiencias realizadas en España | |
| 2.1. Breña, Córdoba..... | 25 |
| 2.2. Parque Nacional de Doñana, Huelva..... | 30 |
| 2.3. Parque Regional de Sierra Espuña, Murcia..... | 34 |
| 2.4. Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona, Ciudad Real..... | 36 |
| 2.5. Hábitats forestales de la Comunidad Valenciana..... | 38 |
| 2.6. Torres de alta tensión, Valencia..... | 41 |
| 2.7. Parque Natural de la Albufera, Valencia..... | 43 |
| 2.8. Pinares de pino carrasco, Islas Baleares..... | 47 |
| 2.9. Arrozales del Delta del Ebro, Tarragona..... | 49 |
| 2.10. Comportamiento térmico de las cajas en Cataluña..... | 52 |
| 2.11. Pinares de parques naturales de Cataluña..... | 56 |
| 2.12. Laguna de Ivars, Lleida..... | 59 |
| 2.13. Hábitats forestales de Cataluña..... | 61 |
| 2.14. Arrozales de Arguedas, Navarra..... | 66 |
| 2.15. Parques urbanos de Pamplona, Navarra..... | 68 |
| 2.16. Puentes de ríos Arga y Erro, Navarra..... | 70 |
| 2.17. Riberas de los ríos Arga y Aragón, en Navarra..... | 72 |
| 2.18. Insuas do Miño, Lugo..... | 76 |
| 2.19. Reserva de la Biosfera Gères-Xurés, Ourense..... | 79 |

1. Recomendaciones para la colocación y revisión de cajas refugio de murciélagos

Juan Tomás Alcalde^{1,*}, Gemma Carrasco^{1,2}, David García^{1,2}, Miguel Ángel Monsalve^{1,3}, Óscar de Paz^{1,4}

¹ Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos (SECEMU)

² Iniciativa de Recerca de la Biodiversitat de les Illes (IRBI).

³ Equipo de Seguimiento de Fauna-VAERSA. Servicio de Vida Silvestre. Generalitat Valenciana.

⁴ Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid.

*Corresponding author: jtalcalde@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.14709/BarBJ.13S.1.2020.01>

1.1. INTRODUCCIÓN

Todas las especies de quirópteros se encuentran protegidas por diferentes normativas autonómicas, nacionales y europeas. Determinadas especies de murciélagos de hábitos arborícolas o fisurícolas se consideran amenazadas, ya que sus poblaciones han descendido en las últimas décadas. Una de las amenazas que los acechan es la pérdida de refugios debida a la tala de arbolado con oquedades o la restauración de edificios, puentes y otras construcciones en cuyas grietas habitan.

Con el fin de reponer los refugios perdidos y facilitar el asentamiento de estos quirópteros en zonas con escasez de abrigos naturales, recientemente numerosas administraciones y grupos naturalistas han puesto en marcha acciones de instalación de cajas refugio específicamente diseñadas para los murciélagos (ver por ejemplo: [De Paz et al. 2000](#), [Alcalde et al. 2013a](#), [Generalitat Valenciana 2014](#)).

Las cajas refugio pueden ayudar a mantener o incluso facilitar la recuperación de especies amenazadas, aunque también sirven para incrementar las poblaciones de murciélagos, especialmente las más comunes, cuya finalidad, como por ejemplo ha ocurrido en algunos arrozales, ha sido combatir plagas de insectos, reduciendo así la necesidad de utilizar pesticidas ([Flaquer et al. 2005](#), [Puig-Monserrat et al. 2015](#)). Actualmente, el temor a la transmisión de enfermedades por parte de mosquitos hematófagos, está impulsando también la colocación de cajas refugio para murciélagos, especialmente en zonas húmedas y áreas urbanas. Estas medidas son, con frecuencia, llevadas a cabo por personal con poca experiencia en temas referidos a los murciélagos, desconociendo los modelos de cajas más apropiados y dónde o cómo se deben instalar. Por este motivo, la Asociación Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos (SECEMU) ha decidido recopilar diferentes experiencias y presentar las conclusiones obtenidas tras la revisión de cientos de cajas de diferentes modelos, colocadas en distintos hábitats y comunidades

autónomas. Esperamos que este número de *Journal of Bat Research & Conservation* sirva para orientar a particulares, organizaciones y administraciones públicas interesadas en favorecer las poblaciones de murciélagos mediante la instalación de cajas refugio con el fin de que estos esfuerzos sean eficaces.

Existen diferentes tipos de cajas refugio para murciélagos adaptadas a distintas especies y situaciones. Además de los modelos comerciales, también hay otros alternativos que pueden ser fabricados artesanalmente. La elección del modelo de caja, el lugar de colocación y otros aspectos relativos a su instalación, tendrán gran influencia en su futura ocupación por los murciélagos, por lo que es preciso planificar previamente estos detalles antes de proceder a la colocación de cajas en el medio natural. Las numerosas experiencias realizadas hasta la fecha en diferentes regiones nos pueden ayudar a tomar las decisiones más adecuadas para cada proyecto.

En el primer capítulo de este número se indican diferentes recomendaciones a tener en cuenta a la hora de colocar estos refugios, basados principalmente en los resultados de estas experiencias. Algunos de estos consejos son acordes con manuales editados en otras zonas de Europa o Norteamérica, pero en otras ocasiones, las recomendaciones difieren: ello es debido a que los mismos criterios no son igualmente válidos en cualquier zona o situación. Por poner un ejemplo, no es lo mismo colocar cajas refugio en Irlanda que hacerlo en Andalucía; el clima, el paisaje y las especies de murciélagos de estos lugares son diferentes y, por tanto, estos factores deben ser considerados. En este capítulo se tratan algunos aspectos como las especies de murciélagos que ocupan las cajas refugio, los diferentes modelos de refugios artificiales, dónde y cómo instalarlas, cómo y cuándo realizar inspecciones y las medidas de seguridad que se deben de tener en cuenta a la hora de instalar y revisar las cajas.

Al final de esta parte se muestran dos ejemplos de modelos de cajas refugio de madera, que resultan ser económicas y de fácil fabricación, cuya eficacia ha sido comprobada en experiencias anteriores. Se indica la forma de construirlas con el fin de que, quien tenga interés, pueda elaborar sus propias cajas teniendo en cuenta algunos aspectos importantes para su colonización por murciélagos.

En el segundo capítulo se presentan distintas experiencias realizadas en diferentes regiones y hábitats, con los modelos de cajas empleados y los resultados obtenidos. Cada lugar posee unas características concretas (clima, vegetación, refugios potenciales, recursos alimenticios, etc.) que influyen en la ocupación de las cajas. Aunque no son las únicas experiencias realizadas en España con cajas refugio de murciélagos, constituyen buenos ejemplos – algunos más exitosos y otros menos – de los que podemos aprender y sacar conclusiones útiles para otros proyectos futuros.

Es preciso matizar que sólo unas pocas especies europeas de murciélagos ocupan las cajas refugio (Fig. 1); algunas de ellas, además, sólo se encuentran en cajas de forma esporádica. Las especies más favorecidas por las cajas son las propiamente arborícolas y algunas fisurícolas que también usan huecos de árboles, roquedos o construcciones como refugio, ya que las cajas se asemejan a los refugios ocupados por estos murciélagos en el medio natural. El resto prefiere utilizar otro tipo de abrigos, como cuevas, minas, edificios, grandes roquedos, etc.

La mayoría de las especies cavernícolas, como los murciélagos de herradura, no ocupan cajas. Las medidas correctoras de algunos proyectos de obras que, afectando a murciélagos cavernícolas, incorporan de forma inadecuada la instalación de cajas para murciélagos, son ineficaces para esas especies. Indudablemente, todo proyecto de colocación de cajas refugio debe tener unos propósitos claros respecto a las especies objetivo de la actuación, y serán estos fines los que determinen detalles como los modelos de cajas a colocar, los lugares donde se instalen, el número de cajas, etc.

Por último, conviene recordar que los murciélagos son especies extremadamente sensibles. Sus poblaciones han descendido en las últimas décadas por diversos factores, principalmente antrópicos. Además, su baja tasa reproductora (generalmente sólo una cría por hembra y año), hace que la recuperación de las poblaciones que han sufrido declive sea especialmente lenta. Todas las especies se encuentran protegidas y algunas de ellas, además, se consideran amenazadas. Por ello es necesario disponer de las autorizaciones pertinentes que correspondan en cada Comunidad Autónoma. En todo caso, los trabajos y estudios sobre poblaciones de murciélagos y sus refugios deben ser realizados tratando de reducir al máximo las molestias, particularmente en las épocas más sensibles para estos animales como son la reproducción y la hibernación.



Fig. 1 - Grupo de murciélagos de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) en la zona superior de una caja. Se ha retirado la tapa para la inspección del interior.

1.2. ESPECIES QUE UTILIZAN CAJAS REFUGIO

Las cajas para murciélagos son refugios artificiales diseñados para proporcionar abrigo a los murciélagos en zonas donde hay escasez de refugios naturales. Las cajas refugio, por su morfología y ubicación, recuerdan a los huecos de los árboles; por ello suelen albergar en su interior especies de hábitos arborícolas (que usan los huecos de los árboles como refugio), siendo más rara la presencia de las especies que frecuentan grietas de roquedos o cuevas. De las 34 especies presentes en España, sólo 14 se han encontrado alguna vez en cajas refugio, y algunas de ellas únicamente en ocasiones contadas (Tabla 1). Además, alguna otra especie ha sido encontrada de forma esporádica en otras áreas de Europa.

1.3. TIPOS DE CAJAS

Existen muchos modelos de cajas, de diferentes materiales, tamaños, formas, y colores. Cada modelo es más apropiado para determinadas especies y situaciones. Hay modelos comerciales muy variados, aunque también los hay artesanales, y diversas entidades han construido distintos diseños, algunos de ellos muy eficaces.

Las cajas suelen ser ocupadas preferentemente en los meses de actividad de los murciélagos (aproximadamente de abril a octubre, ambos incluidos), aunque en algunas ocasiones también son utilizadas para hibernar (Alcalde et al. 2013b). En zonas cálidas, las cajas pueden ser también ocupadas en invierno, por individuos que permanecen activos.

1.3.1. Materiales y modelos

El microclima de las cajas refugio es muy relevante para los murciélagos tal como han apuntado numerosos autores (Stebbing & Walsh 1991, Tuttle & Hensley 1993, Rebelo et al. 2002, Lourenço & Palmeirim 2004, Bartonička & Řehák 2007, Flaquer et al. 2014). Por lo general prefieren lugares con elevada humedad relativa, térmicamente

Tabla 1 - Especies de murciélagos presentes en España. Se indica el grado de ocupación de cajas refugio. -: no ocupan cajas; +: ocupación esporádica; ++: ocupación frecuente; +++: ocupación muy frecuente. Se muestra también su estado de conservación a nivel estatal: P: protegida; V: vulnerable; E: en peligro; NC: no catalogada (Catálogo Español de Especies Amenazadas, RD 139/2011). Existen además diversos catálogos autonómicos con sus propias categorías.

| N | Especie | Castellano | Ocupación de cajas | Estatus |
|----|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------|
| 1 | <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> | Murciélago grande de herradura | - | V |
| 2 | <i>Rhinolophus hipposideros</i> | Murciélago pequeño de herradura | - | P |
| 3 | <i>Rhinolophus euryale</i> | Murciélago mediterráneo de herradura | - | V |
| 4 | <i>Rhinolophus mehelyi</i> | Murciélago mediano de herradura | - | V |
| 5 | <i>Myotis bechsteinii</i> | Murciélago ratonero forestal | ++ | V |
| 6 | <i>Myotis myotis</i> | Murciélago ratonero grande | + | V |
| 7 | <i>Myotis blythii</i> | Murciélago ratonero mediano | - | V |
| 8 | <i>Myotis punicus</i> | Murciélago ratonero moruno | - | P |
| 9 | <i>Myotis crypticus</i> | Murciélago ratonero críptico | + | P |
| 10 | <i>Myotis escaleraei</i> | Murciélago ratonero gris ibérico | + | P |
| 11 | <i>Myotis emarginatus</i> | Murciélago ratonero pardo | - | V |
| 12 | <i>Myotis mystacinus</i> | Murciélago ratonero bigotudo | + | V |
| 13 | <i>Myotis daubentonii</i> | Murciélago ratonero ribereño | ++ | P |
| 14 | <i>Myotis capaccinii</i> | Murciélago ratonero patudo | - | E |
| 15 | <i>Myotis alcaethoe</i> | Murciélago ratonero enano | - | V |
| 16 | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Murciélago enano | +++ | P |
| 17 | <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | Murciélago de Cabrera | +++ | P |
| 18 | <i>Pipistrellus nathusii</i> | Murciélago de Nathusius | +++ | P |
| 19 | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Murciélago de borde claro | +++ | P |
| 20 | <i>Pipistrellus maderensis</i> | Murciélago de Madeira | ++ | P |
| 21 | <i>Hypsugo savii</i> | Murciélago montañero | + | P |
| 22 | <i>Nyctalus leisleri</i> | Nóctulo pequeño | +++ | P |
| 23 | <i>Nyctalus noctula</i> | Nóctulo mediano | +++ | V |
| 24 | <i>Nyctalus lasiopterus</i> | Nóctulo grande | ++ | V |
| 25 | <i>Vespertilio murinus</i> | Murciélago bicolor | - | NC |
| 26 | <i>Eptesicus serotinus</i> | Murciélago hortelano | + | P |
| 27 | <i>Eptesicus isabellinus</i> | Murciélago hortelano pardo | - | P |
| 28 | <i>Barbastella barbastellus</i> | Barbastela | + | P |
| 29 | <i>Plecotus auritus</i> | Orejudo dorado | +++ | P |
| 30 | <i>Plecotus teneriffae</i> | Orejudo canario | - | V |
| 31 | <i>Plecotus austriacus</i> | Orejudo gris | - | P |
| 32 | <i>Plecotus macrobullaris</i> | Orejudo alpino | - | P |
| 33 | <i>Miniopterus schreibersii</i> | Murciélago de cueva | - | V |
| 34 | <i>Tadarida teniotis</i> | Murciélago rabudo | - | P |

estables, cálidos en verano y frescos en invierno. Por ello conviene que las cajas sean fabricadas utilizando materiales térmicamente aislantes (madera, cemento-madera, corcho, fibra vegetal...) sin fisuras por donde pueda entrar el agua o corrientes de aire.

Los murciélagos deben poder llegar hasta la caja volando, posarse junto a la entrada e introducirse en ella trepando por las paredes, agarrándose con las uñas de los pies y los pulgares. Generalmente se colgarán del techo, boca abajo. Por ello, independientemente del material utilizado, es imprescindible que las paredes internas de la caja sean

rugosas. Si la caja contiene varias cámaras, éstas ofrecerán diferentes temperaturas internas, lo cual puede ser muy beneficioso en función del clima de cada momento.

La mayor parte de las cajas refugio están hechas de madera o de cemento-madera:

Cajas de madera

Están constituidas por varias planchas de madera que forman un cajón con una o varias cámaras en su interior. Existen algunos modelos comerciales, aunque la



Fig. 2 - Caja de madera con dos cámaras. Los murciélagos pueden aterrizar en las zonas inferiores e introducirse en las cámaras trepando por las maderas.



Fig. 4 - Vista inferior de una caja-refugio de gran tamaño. Se observan las tablas paralelas que forman las cámaras interiores.



Fig. 3 - Caja de madera de gran tamaño, donde se refugia una colonia reproductora de más de 800 murciélagos de Cabrera. Marcilla, Navarra.

mayoría de estas cajas son fabricadas de forma artesanal. Los murciélagos “aterrizan” en una plancha de madera situada bajo la caja y luego trepan y se introducen por la rendija inferior (Fig. 2). Es recomendable rayar todas las superficies interiores, así como las zonas de aterrizaje con alguna cuchilla o similar para facilitar el agarre de los murciélagos; las rayas deberán situarse muy cerca unas de otras ya que estos mamíferos son de pequeño tamaño y sus pasos son muy cortos. Es muy importante que las tablas no dejen rendijas por las que se pueda colar el aire, por lo que se recomienda sellar las piezas con cola o silicona, evitando que ésta entre en las cavidades internas de la caja. Además, conviene fijar las piezas con tirafondos en lugar de clavos, para que queden bien sujetas. Las cajas de madera ofrecen un buen aislamiento térmico respecto al exterior: tanto en zonas frías como frente a insolaciones intensas, estas cajas tienen un comportamiento térmico más estable que las de cemento-madera (Flaquer et al. 2014). Algunos modelos tienen dos o tres cámaras conectadas entre ellas que permiten a los murciélagos desplazarse a las zonas con mejores condiciones climáticas. Por ello estas cajas son muy apropiadas para lugares con fuerte insolación. Sin embargo, las láminas de madera suelen doblarse o agrietarse por el sol o la lluvia, por lo que estas cajas tienen una vida limitada: generalmente no superan los 10 años de vida en zonas húmedas o requieren cierto mantenimiento para cerrar fisuras y ajustar piezas. Además, en ocasiones estas cajas son atacadas por picatronicos, produciendo tal deterioro que las hacen inservibles y tienen que ser sustituidas (De Paz et al. 2000). La mayoría de estas cajas tienen una rendija inferior que permite la caída del guano directamente al suelo, por lo que no suelen requerir limpiezas periódicas.

Suelen ser muy eficientes si se instalan en orillas de ríos, estanques y lagos de zonas mediterráneas, donde son ocupadas con mucha frecuencia por murciélagos de Cabrera (*P. pygmaeus*) y enanos (*P. pipistrellus*). En numerosas ocasiones se establecen colonias reproductoras en su interior, como se ha observado en Cataluña, Valencia y Navarra (Flaquer et al. 2006, Alcalde et al. 2013a, Generalitat Valenciana 2014). Algunos modelos de cajas de madera son también ocupados por orejudos dorados (*P. auritus*) en pinares de Guadalajara (De Paz et al. 2000) y de Castellón (Generalitat Valenciana 2014).

Al final de este capítulo se muestran 2 modelos de cajas de madera de construcción sencilla y de comprobada eficacia.

También se han realizado algunos ensayos con cajas artesanas de gran tamaño, que generalmente contienen numerosas láminas paralelas colocadas verticalmente, de forma que generan abundantes grietas finas y verticales por donde los murciélagos pueden trepar hasta la parte superior. En algunos casos, estos modelos pueden funcionar muy bien en zonas húmedas, atrayendo a varios cientos de ejemplares reproductores, especialmente de murciélagos de Cabrera (Fig. 3 y 4). Es preciso considerar que la concentración de muchos ejemplares en un solo refugio supone una mayor vulnerabilidad, y por tanto, es necesario elegir un emplazamiento seguro, libre de molestias o vandalismos. Cabe mencionar que la ocupación de estas cajas no siempre aumenta en proporción al tamaño, es decir, aunque se construya una caja de grandes dimensiones el número de murciélagos que se refugian en ella puede no ser mucho más grande que el que contiene una caja de dimensiones normales.

Por último, hay que señalar que las cajas-nido específicas para pájaros también pueden ser ocupadas por algunas especies de murciélagos, aunque no parecen ser muy apropiadas para este fin, ya que su ocupación suele ser muy baja (Benzal 1990 y 1991).

Cajas de cemento-madera

Están fabricadas con cemento rugoso y fibras de madera en su interior. Pueden ser de formas, tamaños y grosores muy variados: algunas son aplanadas, similares a cajas de madera, mientras que otras son cilíndricas e imitan troncos huecos (Fig. 5). Generalmente tienen una entrada (a veces más) en la zona inferior, y los murciélagos entran por ella trepando hasta el techo, de donde se cuelgan. La mayoría de estas cajas tienen una tapa que puede ser abierta para inspecciones o limpiezas. Son modelos comerciales, a la venta en distribuidores de material para naturalistas. El uso del cemento permite darles formas variadas que evitan grietas en su estructura, por donde pueda colarse el viento. Además, las fibras de madera les confieren cierto aislamiento térmico, superior al del cemento, pero inferior a las cajas de madera. El cemento es muy resistente a las inclemencias del tiempo y al deterioro que pudieran producir los picatroncos, por lo que estas cajas superan los 20 años de vida, incluso en ambientes muy húmedos o fríos. Diferentes modelos son utilizados por distintas especies de murciélagos, de hábitos fisurícolas y arborícolas (ver experiencias del capítulo 2).



Fig. 5 -Dos modelos de cajas de cemento madera colocadas en un poste. A la izquierda, caja plana (1FF); a la derecha, caja cilíndrica (2F de doble frontal).

- El modelo 1FF de la marca Schwegler es aplanado y ofrece refugio a especies fisurícolas como los murciélagos de Cabrera, los enanos y los de borde claro. En ocasiones también se pueden encontrar otras especies como nóctulos. Generalmente estas cajas no requieren una limpieza periódica, ya que el guano cae directamente al suelo por el hueco inferior. Tampoco son fácilmente parasitables por otros vertebrados, al carecer de superficies donde estos puedan descansar. Existen algunas variantes como los modelos 3FF y 1FTH que poseen varias cámaras. El modelo 1FQ es de mayor tamaño y más apropiado para colocar en fachadas de edificaciones, lo que permite también la entrada de nóctulos grandes. En Huelva, varias cajas de este modelo han sido ocupadas por pequeños grupos de esta especie. Existen varios modelos más de cajas planas, todos son pequeñas variaciones de los mencionados.
- El modelo 1GS de Schwegler es cuadrado y con grietas verticales en su interior. Está diseñado para colocar en techos o en paredes de construcciones, simulando las grietas de puentes y otras edificaciones. Por ello es apropiado para murciélagos fisurícolas como los ratoneros ribereños, los del género *Pipistrellus* e incluso en alguna ocasión, para ratoneros grandes.

Los modelos cilíndricos son más apropiados para especies arborícolas que ocupan huecos, como los nóctulos y en algunas ocasiones, también pueden ser ocupadas por murciélagos de Cabrera, enanos, de borde claro, orejudos dorados o murciélagos ratoneros forestales (ver experiencias del capítulo 2). Resulta interesante destacar

que algunos modelos parecen especialmente apropiados para determinadas especies:

- Los modelos 2F y 2F de doble pared (Schwegler) son cilíndricos con el orificio de entrada pequeño, por lo que son aptos para especies pequeñas y medianas, como los murciélagos enanos, de Cabrera, orejados dorados y nótulos pequeños (Fig. 6). La 2F de doble pared, al tener una lámina interior de madera, permite un mayor aislamiento del exterior, y sirve también como refugio de hibernación en algunos casos. El modelo 1FD es una variante al modelo 2F, también con una lámina interior. En estas cajas se han encontrado algunos grupos de nótulos pequeños hibernando en robledales de Navarra. Además, el 2F de doble pared es más difícil de ser ocupado por aves que el 2F debido a dicha tabla interior.
- Los modelos 1FS y 2FS son similares al anterior, pero con mayor cabida y orificio de entrada, por lo que estas cajas pueden ser ocupadas también por los nótulos medianos y grandes. Al tener un hueco de entrada relativamente grande, es frecuente que otros animales también ocupen estas cajas, sobre todo las aves, que pueden formar allí sus nidos, taponando el interior. También se han observado ratones, lirones y lagartos.
- El modelo 2FN, también de forma cilíndrica, dispone de dos entradas: una en la parte inferior y, la otra, en la parte frontal de la base de la caja. Tiene una menor frecuencia de uso, pero puede ser ocupado por especies de murciélagos de mayor tamaño, como nótulos grandes y medianos (Fig. 7) y, de forma, ocasional por murciélagos ratoneros grandes. Sin embargo, también suele ser habitado por otros animales, especialmente aves paseriformes que forman sus nidos pudiendo taponar el interior.



Fig. 6 - Caja Schwegler 2F de doble pared en un pilar de un puente. Arriba: nótulos pequeños en una caja de este modelo.

Fig. 7 - Caja Schwegler 2FN en un plátano. Arriba: grupo de nótulos medianos en una caja de este modelo.

- El modelo 1FW es de gran tamaño y sus paredes son gruesas, para aislar su interior de la temperatura ambiental. Se suelen utilizar para la hibernación de especies de tamaño medio o grande. En algunas ocasiones se han encontrado grupos de nótulos hibernando en este modelo, aunque generalmente tiene menor ocupación que otros. También son frecuentemente parasitadas por aves que construyen sus nidos o, en otras ocasiones, en su interior se instalan enormes avisperos de avispas o avispones (Fig. 8 y 9).

Existen otros modelos menos frecuentes, que utilizan materiales diversos como corcho, fibra de arroz, plástico, etc. Aunque el corcho es fácil de trabajar y constituye un excelente aislante térmico, tiene el inconveniente de que es muy fácil de romper por otros animales, como los pícidos, por lo que no se recomienda su uso para fabricar cajas refugio. Por el momento hay muy pocos datos sobre la ocupación de cajas construidas con estos materiales, y todavía se trata de modelos experimentales.

1.3.2. Colores

Las cajas refugio pueden ser pintadas de diferentes colores, aunque únicamente deben ser pintadas las zonas exteriores que no tocarán los murciélagos, ya que generalmente se trata de sustancias tóxicas y además la pintura puede tapar la rugosidad de las paredes, impidiendo el agarre de los murciélagos. Se debe evitar, por tanto, pintar las zonas de aterrizaje y el interior de la caja.

La pintura externa tiene dos funciones básicas: proteger los materiales de la caja, haciéndolos más resistentes y favorecer o dificultar el calentamiento de los refugios, si éstos se encuentran en lugares soleados. Además, las cajas pueden ser pintadas por niños en talleres educativos específicos, donde ellos pueden decorarlas o personalizarlas, lo cual favorece su compromiso en la conservación de las cajas y sus murciélagos, así como la realización de seguimientos personalizados (Fig. 9).

Se recomienda impregnar las partes externas de las cajas de madera con aceite de linaza o productos similares, que no son tóxicos para los murciélagos y protegen la madera de las inclemencias del tiempo.

Las cajas negras absorben calor rápidamente cuando sobre ellas incide la luz solar. Muchas cajas de origen centroeuropeo son negras por este motivo. Estas cajas son apropiadas para Centro Europa, y en nuestro caso pueden ser aconsejables para zonas de clima templado o frío como la Cordillera Cantábrica. Sin embargo, en áreas muy cálidas, las cajas soleadas pueden recalentarse en exceso durante el verano, provocando el abandono de los murciélagos o incluso la muerte de algunos ejemplares (Flaquer et al. 2014). Por este motivo, en las zonas con veranos intensos se recomienda utilizar cajas de colores claros, que reduzcan el posible recalentamiento por insolación. En los lugares más cálidos, incluso, el color claro puede no ser suficiente para evitar el sobrecalentamiento, por lo que puede ser conveniente colocarlas en zonas umbrías.



Fig. 8 - Cajas Schwegler del modelo 1FW con la tapa retirada. A la izquierda un panal de avispones; a la derecha, un nido de ave.



Fig. 9 - Arriba: niñas pintando una caja-refugio de madera, antes de su colocación en postes, en el marco de una campaña de divulgación y conservación de murciélagos. Abajo: caja de hibernación Schwegler 1FW en un plátano.

1.4. HÁBITATS FAVORABLES PARA LA COLOCACIÓN DE CAJAS

Diferentes especies de murciélagos utilizan distintos hábitats para buscar refugio y alimentarse, por lo que un modelo de caja determinado puede tener diferente ocupación en función del hábitat en que se encuentre (López-Baucells et al. 2017). En cualquier caso, las cajas tienen generalmente, mayor probabilidad de ocupación cuando se colocan en zonas de alimentación o de paso de murciélagos (Stebbing & Walsh 1991, Tuttle & Hensley 1993).

Las proximidades de ríos y balsas, donde abundan los insectos, son lugares idóneos para instalar cajas refugio. Estas tienen mayor éxito si se hallan además en zonas con escasez o ausencia de refugios naturales. Esto se ha demostrado en algunas experiencias llevadas a cabo en arrozales del Delta del Ebro (Tarragona), Arguedas (Navarra) y Albufera de Valencia (Valencia). En estas zonas, las cajas suelen ser ocupadas preferentemente por murciélagos de Cabrera y murciélagos enanos (Flaquer et al. 2006, Alcalde et al. 2013a, Generalitat Valenciana 2014).

La presencia de bosques con arbolado autóctono también es un factor que influye positivamente en la ocupación de las cajas refugio (López-Baucells et al. 2017), especialmente si estas zonas son deficientes en refugios naturales. Ello beneficiará a especies arborícolas como los nótulos pequeños, medianos y grandes, orejudos dorados y ratoneros forestales y también a especies ubiquestas como el murciélago enano y el de Cabrera (De Paz et al. 2000, Alcalde et al. 2013a, Generalitat Valenciana 2014, García & Núñez 2017). En algunas ocasiones se ha observado que las cajas que se encuentran en el interior de bosques cerrados suelen presentar menor ocupación que las que se hallan en bosques abiertos (Tuttle & Hensley 1993, Alcalde et al. 2013a).

Al margen del hábitat considerado, determinadas estructuras lineales del paisaje son muy frecuentadas por los murciélagos en sus desplazamientos (Limpens & Kapteyn 1991, Toffoli 2016). Por ello, los bordes de bosques y los setos arbolados se consideran también lugares apropiados para la colocación de cajas refugio.

En pueblos y ciudades, donde los refugios en casas y tejados pueden ser abundantes, las cajas suelen tener menos éxito (López-Baucells et al. 2017) a excepción de determinados casos de especies estrictamente arborícolas que frecuentan parques urbanos, por lo que también utilizan las cajas situadas en ellos, como ocurre por ejemplo con el nótulo mediano en Pamplona y el grande en Sevilla (Alcalde 2008, Ibáñez et al. 2009).

1.5. DÓNDE Y CÓMO COLOCARLAS

Además de los modelos de cajas utilizados y las zonas donde se colocan, otros factores como la altura a la que se cuelgan las cajas, su orientación o su exposición al sol pueden ser muy relevantes para garantizar el éxito de estos refugios, dependiendo de los requerimientos ecológicos de cada especie en diferentes momentos del año.

1.5.1. Altura

Las cajas deben ser colocadas a cierta altura, para que los murciélagos puedan acceder a ellas volando y salir de ellas con espacio suficiente para alzar el vuelo. Las especies más grandes, como los nótulos, requieren una altura mayor, ya que al salir de su refugio pueden descender varios metros antes de remontar, mientras que las pequeñas pueden ascender directamente desde el refugio. A la hora de considerar la altura de colocación, es preciso tener en cuenta también aspectos como las posibilidades de vandalismo sobre la caja y el riesgo que entraña su colocación:

- Una caja colocada a 2 m de altura en una zona frecuentada por personas puede ser objeto de vandalismo, especialmente si en ella se establece una colonia ruidosa de murciélagos que atraen la atención de la gente, por lo que es recomendable colocarla a una altura superior.
- Por otra parte, colocar cajas a alturas muy elevadas entraña un riesgo para el instalador, más aún si consideramos la necesidad de realizar revisiones periódicas y labores de mantenimiento.

Algunos autores indican mayores tasas de ocupación a mayor altura de la caja (Tuttle & Hensley 1993), mientras que para otros, este factor varía en función de las especies consideradas (Poulton 2006) y en general, no parece muy relevante (De Paz et al. 2000, Flaquer et al. 2006, Poulton 2006). Teniendo en cuenta estos datos así como las experiencias expuestas en este trabajo, se recomienda colocar las cajas a una altura de entre 3 y 5,5 m. Ello reduce la vulnerabilidad de las cajas desde el suelo, sin entrañar gran riesgo para acceder a las mismas, al tiempo que permite a los murciélagos entrar y salir volando con normalidad.

1.5.2. Orientación

La orientación de la caja podrá influir notablemente sus condiciones térmicas. Las orientaciones norte y este son más frescas, mientras que las sur y oeste son más cálidas, especialmente si se encuentran en zonas soleadas.

En zonas de clima templado o fresco, diversos autores recomiendan colocar las cajas orientadas hacia el sur o el oeste (Stebbing & Walsh 1991, Tuttle & Hensley 1993, Poulton 2006) con el objeto de que reciban mayor insolación y por tanto se calienten. Esta medida puede ser conveniente también para zonas templadas o frescas de la Península Ibérica, como la Cordillera Cantábrica y su entorno. En Vitoria-Gasteiz, por ejemplo, se ha observado que las cajas soleadas tienen una ocupación significativamente mayor en septiembre que las que no reciben insolación (Alcalde & Martínez 2016).

Sin embargo, en algunas áreas mediterráneas como el Delta del Ebro (Tarragona), donde los veranos son muy cálidos y soleados, se han observado recalentamientos excesivos de las cajas soleadas, orientadas al sur y al oeste, más aún si están pintadas de color oscuro o son de materiales no termoaislantes (Flaquer et al. 2014). Por ello, en las regiones mediterráneas parece más conveniente evitar poner cajas en zonas soleadas, o bien orientarlas

hacia el este, de forma que sólo reciban insolación por la mañana, cuando la temperatura ambiental es más fresca, o incluso hacia el Norte para reducir su insolación si el lugar es especialmente cálido.

Teniendo en cuenta estas variaciones geográficas, cabe considerar también que en muchos casos, las necesidades microclimáticas de los murciélagos son diferentes en distintas situaciones (machos aislados, harenes, colonias de cría o grupos de hibernación) y en diferentes momentos del año, por lo que, aunque la mayoría de las cajas sigan el criterio anterior, es conveniente colocar algunas en orientaciones variadas con el fin de proporcionar diferentes opciones microclimáticas que puedan responder mejor a las distintas necesidades de los murciélagos a lo largo del ciclo anual. En algunos países (Irlanda, Gran Bretaña) proponen la instalación de dos o tres cajas con diferentes orientaciones en el mismo árbol para dar distintas opciones de temperaturas a los murciélagos que las usan (Stebbing & Walsh 1991, Poulton 2006). Otra posibilidad es colocar las cajas en grupos (entre 3 y 5 cajas) y variar la orientación entre las distintas cajas.

Algunos árboles con ramaje amplio mantienen las cajas a la sombra, por lo que su orientación puede ser poco relevante (De Paz et al. 2000, Alcalde et al. 2013b), mientras que otros menos ramosos pueden recibir insolación en el tronco, en cuyo caso deberá tenerse en cuenta la orientación de las cajas según los criterios expuestos anteriormente.

1.5.3. Soporte

Las cajas pueden ser colocadas en paredes, postes o árboles.

- Paredes y techos: son lugares aptos para especies antropófilas como los murciélagos de Cabrera, enano y de borde claro (género *Pipistrellus*). Dado que estas superficies pueden ser muy soleadas, será preciso tener en cuenta la orientación de la pared, ya que ello influirá en gran medida en el comportamiento térmico de la caja. En zonas mediterráneas, se recomienda colocar las cajas con orientación este y, particularmente, evitar la instalación en muros con orientación sur y oeste. En un estudio en Cataluña (Flaquer et al 2014) se observó que las cajas instaladas en muros recogían las mayores temperaturas, muchas veces por encima de los 40 grados, lo que supuso un trastorno para los murciélagos, que acabaron abandonando el refugio. Un caso particular son los puentes, en cuyas paredes y arcos se pueden colocar cajas con rendijas. Estas son frecuentemente ocupadas por diferentes especies de murciélagos fisurícolas, como los murciélagos ratoneros grandes, los ratoneros ribereños y los enanos.
- Postes: en muchas zonas existen postes eléctricos, de telefonía, etc., que pueden ser aprovechados – previa autorización de los propietarios - para colocar cajas de murciélagos, obteniendo buenos resultados (Generalitat Valenciana, 2014). Estos elementos del paisaje son especialmente útiles en zonas donde se carece de arbolado maduro o de otras estructuras donde fijar las cajas. En algunas ocasiones se instalan

postes específicos para colocar las cajas refugio; ello eleva considerablemente el coste de la instalación, aunque tiene la ventaja de que permite colocar las cajas en el emplazamiento deseado. Los postes suelen asegurar la insolación de la caja, por lo que pueden ser más apropiados para zonas de clima templado o frío.

- Árboles: son el soporte más abundante y sencillo para la colocación de cajas en bosques con escasez de oquedades naturales. Estas cajas pueden ser ocupadas por diversas especies de murciélagos arborícolas y fisurícolas que campean por el entorno. Los murciélagos necesitan poder llegar a las cajas volando, sin tener que esquivar ramas ni hojas, por lo que es importante colocar las cajas en troncos despejados, y si es preciso, podar algunas ramas que pudieran dificultar su acceso. También es conveniente que las cajas se apoyen en el tronco y no oscilen.

1.5.4. Sujeción

Generalmente las cajas se cuelgan de un clavo o de un tirafondos. Las más pesadas pueden requerir varios clavos. En todo caso, es importante realizar una buena sujeción de la caja, que sea resistente ante el paso del tiempo o el viento, ya que las cajas son pesadas y pueden ocasionar daños graves si se caen. Por este motivo, se recomienda evitar la colocación de cajas en lugares muy transitados por personas, especialmente cerca de caminos y zonas de descanso o recreo.

En el caso de cajas instaladas en árboles, se recomienda utilizar clavos blandos e inoxidables, de aluminio o un material similar. Los clavos de acero pueden ser muy duros y causar accidentes en las labores de poda o corta, ya que pueden llegar a romper la cadena de las motosierras. Los clavos blandos, por el contrario, son fáciles de cortar por una motosierra y por tanto evitan posibles accidentes durante estas labores. Además, al utilizar clavos de aluminio, se evita el óxido del material, que favorece la entrada de agentes patógenos en el árbol. Los tirafondos son más apropiados para fijar las cajas a postes o muros.

Conviene clavar los clavos en posición oblicua, formando un ángulo de aproximadamente 30° sobre la horizontal, de forma que la caja no pueda salirse del mismo ni si quiera en casos de fuerte viento.

Además es importante tener en cuenta el crecimiento en grosor del árbol: algunas especies de árboles como los plátanos, chopos o álamos aumentan su grosor rápidamente. Este crecimiento envuelve progresivamente el clavo, pudiendo llegar a absorberlo en el interior del tronco. Por ello es preciso dejar entre 2 y 3 cm del clavo fuera del árbol, lo cual proporcionará un margen de al menos 2 años.

Obviamente, es precisa la revisión periódica de estas sujeciones para comprobar su estado y en caso necesario, habrá que cambiar el clavo original sustituyéndolo por uno nuevo.

1.6. NÚMERO DE CAJAS

Los murciélagos son animales sociales, establecen relaciones complejas entre los individuos de una colonia, que varían a lo largo del ciclo anual (sociedades de fisión-fusión). Además, muchas especies arborícolas como los nóctulos tienen distribuciones contagiosas, es decir, su población se distribuye en pequeños grupos situados en diferentes refugios cercanos (Dondini & Vergari 2009, Ibáñez et al. 2009).

Por estos motivos, siempre que sea posible, se recomienda colocar pequeños grupos de aproximadamente entre 5 y 10 cajas situadas en un radio de 100-200 m y orientadas hacia diferentes puntos cardinales para incluir todo el espectro de necesidades microclimáticas. Si el proyecto prevé más refugios, se pondrán otros grupos de cajas en nuevas zonas algo más alejadas. En algunas circunstancias se colocan mayor número de cajas agrupadas por tratarse de zonas muy adecuadas para los murciélagos o por la limitación de zonas para instalar cajas en un amplio radio.



Fig. 10 - Las cajas-refugio son más eficaces si se colocan en pequeños grupos de 5-10, unas cerca de otras.

1.7. MARCAJE Y GEORREFERENCIACIÓN

Todas las cajas deben ser señalizadas con un código específico, de forma que puedan ser identificadas individualmente. Ello permitirá, por ejemplo, conocer con precisión en qué caja se establece una colonia reproductora o si un determinado refugio requiere ser reparado. El código deberá ser visible desde el suelo; si el marcaje se hace en la superficie inferior, no recibirá insolación ni se mojará, por lo que será más duradero. Se pueden utilizar diferentes tipos de códigos. Por ejemplo, se puede utilizar un código de tres letras que hagan referencia a la localidad seguido de un número correlativo: SOR-1, SOR-2, etc. Además se puede añadir alguna letra que haga referencia al tipo de caja: SOR-1P (Soria, caja 1, modelo plano).

También es importante tomar las coordenadas geográficas en que se encuentra cada caja, de forma que sea fácil localizarlas utilizando un GPS. Se recomienda utilizar coordenadas UTM con DATUM ETRS-89. Este dato es particularmente relevante cuando las cajas se colocan en zonas de difícil acceso o localización, como grandes masas forestales.

Posteriormente conviene elaborar una base de datos con los códigos de cada caja y su situación geográfica, en la que se podrán anotar además otros campos como el modelo de caja, su orientación, coloración y especialmente los datos de ocupación recogidos en las revisiones que se realicen.

Dado que los murciélagos son especies protegidas legalmente y en algunos casos amenazadas, conviene que cada Comunidad Autónoma disponga de esta base de datos y la actualice periódicamente.

1.8. INSPECCIONES

Conviene revisar las cajas refugio periódicamente para conocer su ocupación. Previsiblemente, la ocupación será escasa al principio e irá aumentando con el tiempo, con forme los murciélagos vayan encontrando y aceptando las cajas (Poulton 2006, Alcalde & Martínez 2016).

Con frecuencia es preciso acceder a las cajas para limpiar su interior, ya que pueden ser ocupadas por otros animales que dificulten o impidan el acceso de los murciélagos (Stebbing & Walsh 1991, Alcalde et al. 2013b) (Fig. 11 y 12): algunas aves pueden construir sus nidos taponando la entrada de determinados modelos de cajas, especialmente los que tienen superficies interiores donde aquéllas puedan descansar; algo similar puede ocurrir con ratones y



Fig. 11 - Algunas cajas requieren labores de mantenimiento para retirar ácaros parásitos (arriba) o guano de los murciélagos (abajo).

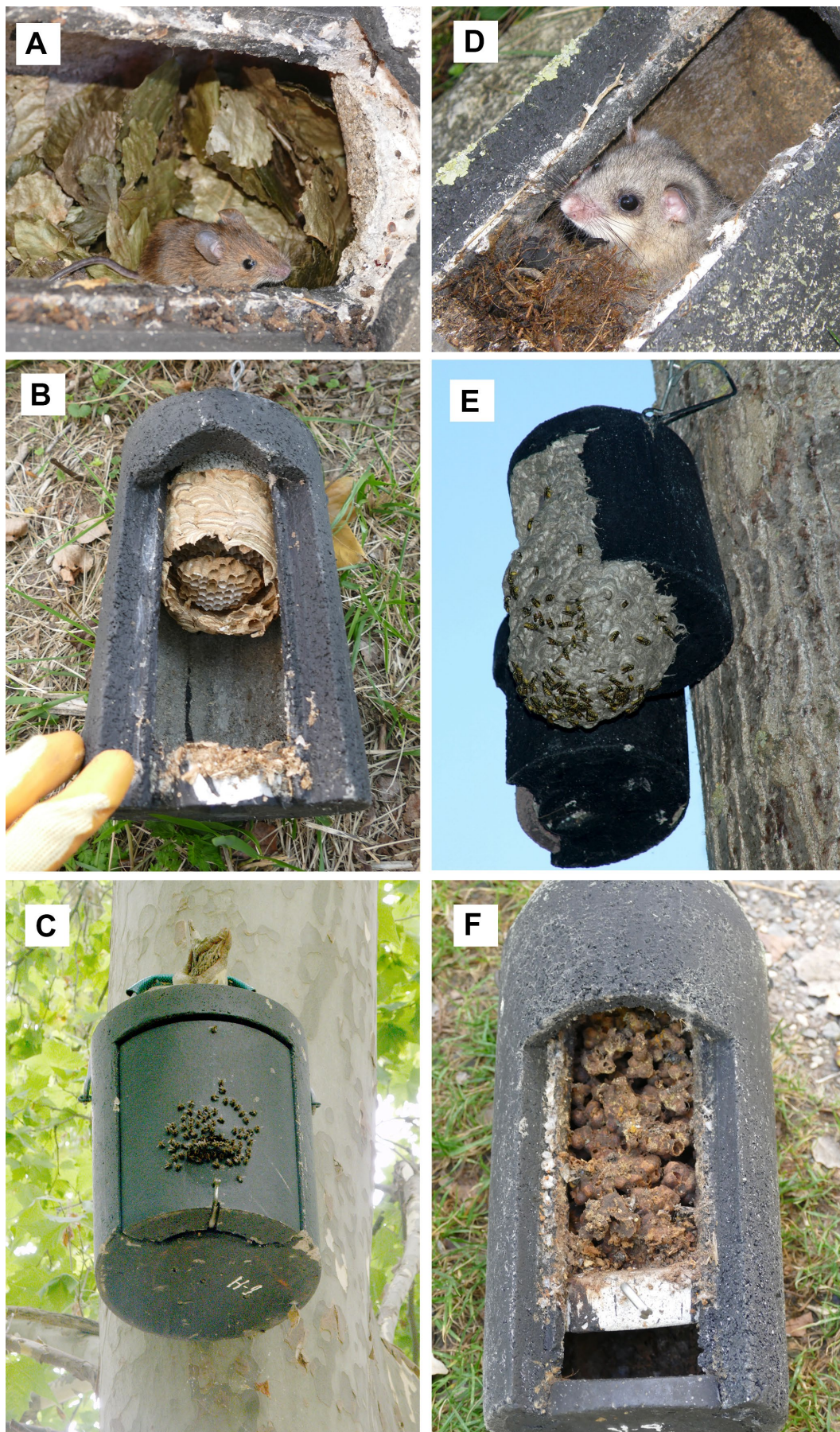


Fig. 12 - Diversos animales pueden asentarse en las cajas-refugio. A) ratón de campo; B) avispero de avispon asiático; C) colmena de abejas; D) lirón gris; E) avispero; F) colmena de abejorros.

lirones cuando construyen sus camas con ramitas y hojas. Invertebrados como las arañas, avispas, avispones, abejas u hormigas pueden establecerse en todos los modelos de cajas ocupando todo su interior. En otras ocasiones es el guano acumulado de los murciélagos el que puede obstruir la entrada del refugio. En todos estos casos conviene abrir las cajas y limpiarlas con un cepillo, retirando el guano, nidos, avisperos, etc. con el fin de que vuelvan a ser habitables. Se cree que algunos refugios pueden ser abandonados debido a la presencia de numerosos parásitos de murciélagos (Wolz 1986), como nictéribidos, cimícidos o ácaros, que a veces son muy patentes a simple vista, especialmente en las fisuras de las puertas (Fig. 11); estos parásitos no se transmiten al hombre, aunque es recomendable limpiarlos de las cajas con un cepillo para facilitar su nueva ocupación por los murciélagos.

Algunos modelos de cajas tienen un hueco inferior que permite su revisión desde el suelo, utilizando únicamente una linterna para observar su interior, pero otros requieren ser abiertos para su revisión, por lo que en estos casos será preciso utilizar una escalera y material de seguridad para acceder a ellas.

La frecuencia de las revisiones variará en función de los objetivos establecidos: si se quiere conocer el uso temporal de las cajas en un ciclo anual, será precisa una revisión cada 1-2 meses. Aunque conviene tener en cuenta que la apertura de las cajas conlleva molestias a los inquilinos, las cuales pueden provocar el abandono de la caja, sesgando de esta manera los resultados. Por ello se recomienda como norma general, no abrir las cajas al menos en los períodos de cría (15 mayo – 15 julio), y de hibernación (15 de noviembre – 15 marzo). En casos excepcionales, como la limpieza de cajas con avisperos, convendrá abrirlas en invierno para evitar picaduras o accidentes debidos a ellas.

En todo caso, algunos modelos de caja requieren labores de mantenimiento por lo que será preciso abrirlas y limpiarlas con regularidad. Estos intervalos dependerán de la frecuencia con que murciélagos, aves u otros animales ocupen las cajas. Si se ocupan asiduamente, convendrá hacer un mantenimiento anual, mientras que si la ocupación es más ocasional, se podrá realizar cada 2-3 años.

No se aconseja esperar más tiempo ya que ello supondría probablemente, la presencia progresiva de otros oportunistas y por tanto su paulatina inutilización. En el parque de Salburua (Vitoria-Gasteiz) se observó la ocupación de un 34 % de las cajas por oportunistas, tras dos años sin inspecciones ni limpiezas (Alcalde & Martínez 2016).

Teniendo en cuenta el ciclo anual de los murciélagos, las cajas pueden ser revisadas en septiembre u octubre, lo que evita las molestias en fechas críticas (reproducción e hibernación) y además puede proporcionar información sobre especies migrantes como los nóctulos o los murciélagos de *Nathusius*.

Durante la inspección, conviene mover las cajas lo menos posible para reducir las molestias. Se anotarán todos los datos relevantes: número de caja, estado de la misma, presencia de murciélagos o de otros organismos y rastros del interior.

Se determinará la especie y el número de ejemplares encontrados. La identificación de los murciélagos requiere experiencia, por lo que es preferible que sea realizada por personal conocedor de estos mamíferos. Si es posible, se evitará coger los animales y habrá que ser muy cuidadosos al cerrar la caja para no atrapar ningún murciélago con la tapa.

En muchas ocasiones se encuentra guano de murciélagos en cajas vacías. Ello supone que esas cajas han sido ocupadas en fechas anteriores. El tamaño del guano hallado en la caja, su forma y color nos pueden dar pistas sobre la especie que la ha podido ocupar (Quetglas & Garrido 2005). Además, la cantidad encontrada nos orientará sobre el número de ejemplares y/o el tiempo que han permanecido en la caja. Cabe matizar que las cajas planas con hueco inferior no acumulan el guano, por lo que es posible que sean ocupadas por murciélagos en determinadas fechas sin que quede rastro de ello.

Es preciso recordar que la colocación y revisión de cajas refugio así como la manipulación de murciélagos precisan una autorización previa de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente, al tratarse de especies protegidas. Así mismo, la manipulación de estos animales requiere cumplir unas normas éticas y seguir unos protocolos de seguridad e higiene.

1.9. MEDIDAS DE SEGURIDAD AL COLOCAR Y REVISAR CAJAS

Las labores de instalación y revisión de las cajas refugio colocadas a cierta altura conllevan una serie de riesgos potenciales, como puede ser la caída de la persona desde una altura peligrosa. Por tanto, es necesario adoptar medidas preventivas para evitar sufrir lesiones por caídas, y al mismo tiempo es importante procurar no exponer a terceras personas a riesgos adicionales. Normalmente, para la colocación de cajas refugio se empleará una escalera de mano. No se deben utilizar métodos improvisados para acceder a puntos elevados para colgar las cajas. Cabe recordar que la escalera es un medio de acceso y no una plataforma para desarrollar trabajos, por lo que es necesario tener en cuenta que se debe de estar asegurado durante las tareas de colocación de los refugios. A continuación, se señalan algunas sugerencias generales preventivas, si bien recomendamos buscar más información detallada referente a trabajos con escalera para asegurar las labores con cajas refugio.

Existen varios tipos de escalera, tratándose de las escaleras simples y las extensibles las más empleadas para la colocación de los refugios. Las escaleras de dos secciones unidas mediante un dispositivo de articulación, conocidas como escaleras dobles de tijera, no son recomendables para la colocación de las cajas refugio, especialmente cuando la instalación deba hacerse por encima de los tres metros. La longitud de la escalera debe ser suficientemente larga para ofrecer en todas las posiciones un apoyo de las manos, dejando al menos cuatro escalones libres por encima de la posición de los pies. Se recomienda no emplear escaleras de más de cinco metros de longitud. En cuanto al material de

construcción, son aconsejables las escaleras metálicas ligeras para facilitar el transporte, siempre que muestren garantías de solidez, estabilidad y seguridad. Antes de utilizarla, hay que asegurarse de que se encuentre en buenas condiciones, procurando que no haya peldaños mal ensamblados o flojos y que el sistema de sujeción sea correcto.

La escalera simple se colocará formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal y la base debe quedar sólidamente asentada para asegurar su estabilidad. Los alrededores de la base de la escalera deben de estar libres de vegetación que pueda desestabilizarla. Es recomendable que la base de la escalera sea sostenida por una segunda persona. Hay que asegurarse, en las escaleras extensibles, que las abrazaderas sujeten firmemente. Conviene que el grosor del árbol sea superior al ancho de la escalera en la parte superior, evitando de esta manera que se pueda balancear y caer.

El ascenso y el descenso se harán siempre de frente a la escalera, manteniéndose siempre dentro del frontal de esta, evitando asomarse sobre los laterales. Estos trabajos no se harán en los días que haya condiciones ambientales adversas como lluvia o fuerte viento. Cuando se precise subir cajas refugio pesadas, es recomendable subirlas mediante una cuerda, para ello se puede instalar un sistema polipasto que asegure y facilite la subida del material.

Es recomendable el empleo de casco durante el desarrollo de las tareas, también para las personas que están colaborando en la instalación, así como guantes de trabajo. Para la colocación y revisión de cajas refugios instaladas a más de 2 metros de altura desde el punto de operación al suelo, se utilizará un arnés anticaída y un anclaje de seguridad sujeto a un punto distinto de la escalera, especialmente cuando se requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad de la persona. La escalera se debe de anclar mediante cuerdas al árbol, tanto en la parte superior como en la inferior con la intención de fijarla antes de ascender por la misma. Cuando se vayan a revisar las cajas refugio, es recomendable descenderlas mediante una cuerda y revisar el refugio artificial en el suelo. De esta manera reducimos el tiempo que estamos en la escalera y evitamos que pueda haber un accidente por la presencia de otros animales peligrosos como avispa que hayan ocupado los refugios.

Para la colocación de cajas a alturas superiores a los cinco metros, se estudiarán otras posibilidades como el empleo de una grúa en aquellas zonas donde sea posible, o se contará con personas cualificadas en trabajos verticales que cuenten con el material necesario y la formación adecuada.

1.10. CAJAS REFUGIO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA

Las cajas refugio para murciélagos son un medio único para acercar a la ciudadanía este grupo faunístico tan desconocido, al ofrecer la oportunidad de poder observar de cerca estos pequeños mamíferos. Por ello, los proyectos de colocación y revisión de cajas refugio se pueden convertir en una excelente herramienta de educación ambiental. Sin

embargo, no es recomendable la instalación de cajas refugios con el único propósito de realizar actividades educativas. En este capítulo aportaremos algunas sugerencias básicas que pueden ser de gran ayuda para aquellas personas que se inician en la divulgación de los murciélagos.

En primer lugar, es importante comunicar a los asistentes cuál el propósito de la colocación de las cajas refugio, que no es otro que proporcionar refugio alternativo ante la carencia de estos en el entorno natural, para favorecer la diversidad de especies y sus poblaciones. Una vez ocupadas las cajas por parte de los murciélagos, se pueden desarrollar diferentes estudios de diversa índole, que también se pueden difundir durante las jornadas educativas. Es interesante mencionar cuáles son las especies de murciélagos que emplean los refugios y a qué especies está destinado nuestro proyecto. Los asistentes deben de entender que la colocación de las cajas no es la única medida para garantizar la preservación de este grupo faunístico, sino que existen muchas otras, como la conservación de los hábitats donde se alimentan los murciélagos.

Para un buen desarrollo de la sesión es aconsejable que el número de asistentes no sobrepase la quincena, y poder contar con al menos dos monitores para la jornada. De esta manera, proporcionaremos más atención a las inquietudes de cada persona y se conseguirá una mayor participación del grupo en la actividad.

Los talleres de construcción de cajas refugio de madera fomentan que los participantes se impliquen en el proyecto, mediante el montaje de las cajas, su colocación y su futuro seguimiento. De esta manera se despierta un mayor interés y se consigue que los asistentes se involucren en la conservación del medio natural. A este tipo de jornadas suelen acudir grupos de amigos y familias. Es necesario que el montaje de las cajas sea sencillo para que puedan participar todos los miembros de la familia. Conviene dividir a los participantes en pequeños grupos para montar las cajas. Al inicio de la sesión se deberá explicar los diferentes pasos para el montaje de la caja refugio, mostrando una caja ya finalizada. Las piezas deberán venir ya cortadas para evitar accidentes. También es aconsejable que ya estén marcados los agujeros para ajustar los tornillos, así como llevar herramientas y materiales suficientes para los distintos grupos. Al finalizar el montaje se puede ofrecer la posibilidad de hacer dibujos en las cajas por parte de los más jóvenes e incluso poner el nombre de los participantes. De esta sencilla manera se individualizan las cajas y se consigue mayor implicación en el desarrollo del trabajo. Existen numerosos modelos de cajas refugio idóneos que se pueden escoger para este tipo de talleres participativos, como las cajas que se recomiendan en este manual.

A la hora de escoger la ubicación de las cajas refugio, si se quiere que sean útiles para futuras sesiones educativas, se debe de prestar atención a una serie de consideraciones. En las inmediaciones del lugar escogido para colocar las cajas debe de haber espacio suficiente para que se pueda desarrollar la jornada, sin que haya ningún tipo de peligro para las personas que asistan. El hecho de tener las cajas refugio agrupadas facilita la actividad, ya que se evita tener que hacer largos recorridos. Las cajas no se instalarán

demasiado elevadas y se debe tener en cuenta que la vegetación cercana no entorpezca la revisión, ni suponga riesgo de algún daño para los asistentes. Debemos prevenir cualquier tipo de peligro en la zona escogida, donde se acudirá con varias personas para la colocación de las cajas y para las futuras revisiones.

Durante la instalación de las cajas es importante mantener un espacio de seguridad alrededor de la escalera. Se aconseja que las personas que suban por la escalera tanto para colocar las cajas como para su revisión sean las personas responsables del proyecto, y evitar que suban los participantes. De esta manera prevenimos cualquier tipo de incidencia y las responsabilidades subsecuentes. Es necesario dar ejemplo de conducta y disponer de las medidas básicas de seguridad, como el mero hecho de llevar casco.

La revisión de las cajas refugio se puede hacer de dos maneras, bien abriendo las cajas, o bien mediante el empleo de una linterna potente que permita ver el contenido desde abajo (en aquellas cajas que cuentan con una abertura en la parte inferior). Este último sistema tiene la ventaja de que no hay que transportar una escalera y además se evita manipular los animales. En algunas ocasiones hay presencia de excrementos debajo de las cajas, lo que nos permite explicar, por ejemplo, cómo difieren los excrementos de los quirópteros de los de otros animales. Para abrir las cajas refugio y manipular los murciélagos es necesario contar con la autorización pertinente emitida por la administración competente en materia de especies protegidas. La manipulación debe estar siempre enmarcada dentro de algún tipo de seguimiento científico y este hecho se debe exponer a los asistentes. En este caso, se puede aportar mayor contenido a las jornadas, mediante la explicación de la anatomía de los murciélagos y aquellos caracteres que los hacen diferentes de otros grupos. Cualquier tipo de manipulación se realizará siempre llevando guantes protectores. Si bien los asistentes pueden tocar con los dedos las membranas de las alas y el lomo del animal, nunca se debe dejar que manipulen los murciélagos. El tiempo de manipulación de los animales, en la medida de lo posible, deberá, ser mínimo, liberando el animal al finalizar. Es aconsejable extraer los animales de las cajas a última hora de la tarde, para evitar de esta manera los casos de deshidratación y disminuir la probabilidad de ser depredados.

Con la finalidad de que los asistentes interioricen las acciones para la preservación de la fauna quiropterológica, es necesario saber comunicar el mensaje. Para ello resulta imprescindible proceder en todo momento con una conducta modélica, para que al mismo tiempo que se transmiten los contenidos de la jornada, se dé ejemplo de comportamiento ante la fauna silvestre.

1.11. MODELOS ARTESANALES DE CAJAS REFUGIO

1.11.1. Caja de madera plana de doble cámara

Se trata de una caja plana, elaborada con planchas de madera, de tamaño medio (50 cm largo x 30 cm ancho x 12 cm profundo) (Fig. 13 y 14). Las medidas pueden variar respecto a las propuestas, aunque conviene que las cámaras internas tengan una anchura de entre 1,5 y 2,2 cm.

En lugares soleados, la tabla más externa, de 30 cm de longitud, puede dividirse en dos partes (25 + 5 cm) separadas medio cm para permitir la ventilación del interior. La tabla del medio, que separa las dos cámaras, puede tener un hueco de 5 cm de lado en un lateral para permitir el paso de los murciélagos de una a otra cámara sin tener que salir de la caja. La madera a utilizar puede ser pino o acacia, de 1,5-2 cm de grosor.

Las superficies donde se van a agarrar los murciélagos (todas las caras interiores de las cámaras y las dos zonas de aterrizaje - Fig. 15) deben ser muy rugosas o pueden ser rayadas con una cuchilla, con líneas horizontales separadas cada 2 mm aproximadamente, para que los ejemplares puedan agarrarse con las uñas y trepar por ellas. Estas superficies no deben estar tratadas ni pintadas.

La parte superior y el frontal externo de la caja pueden ser pintados o tratados con algún impermeabilizante como aceite de linaza. Además, en zonas lluviosas se puede colocar alguna lámina protectora sobre la zona superior.

Conviene pegar las piezas con una fina línea de cola o de silicona para evitar que queden rendijas; después de pegarlas, las piezas serán atornilladas posteriormente para asegurar su sujeción. La cola o la silicona no deben penetrar en el interior de las cámaras.

Esta caja se puede colocar en paredes, postes o troncos de árboles (Fig. 16). Para colgarlas pueden utilizarse hembrillas atornilladas a las tablillas del fondo y un alambre grueso. Se puede colgar también sin las hembrillas, si la tabla grande del fondo es más larga (60 cm) y sobresale 5 cm por arriba, lo que permite atornillarla o clavarla al soporte. Si la caja oscila, puede fijarse también la zona inferior mediante un clavo o tornillo que atraviese la tabla del fondo. Cabe recordar en todo caso, que si la caja se coloca en un árbol vivo, se deberá dejar al menos 2-3 cm de clavo fuera del tronco para permitir su engrosamiento progresivo. De lo contrario, el árbol podría romper o expulsar la caja.

Este modelo es muy adecuado para zonas húmedas en las que suelen cazar los murciélagos enanos y los de Cabrera, que las utilizan rápidamente y pueden establecer allí sus colonias de cría.

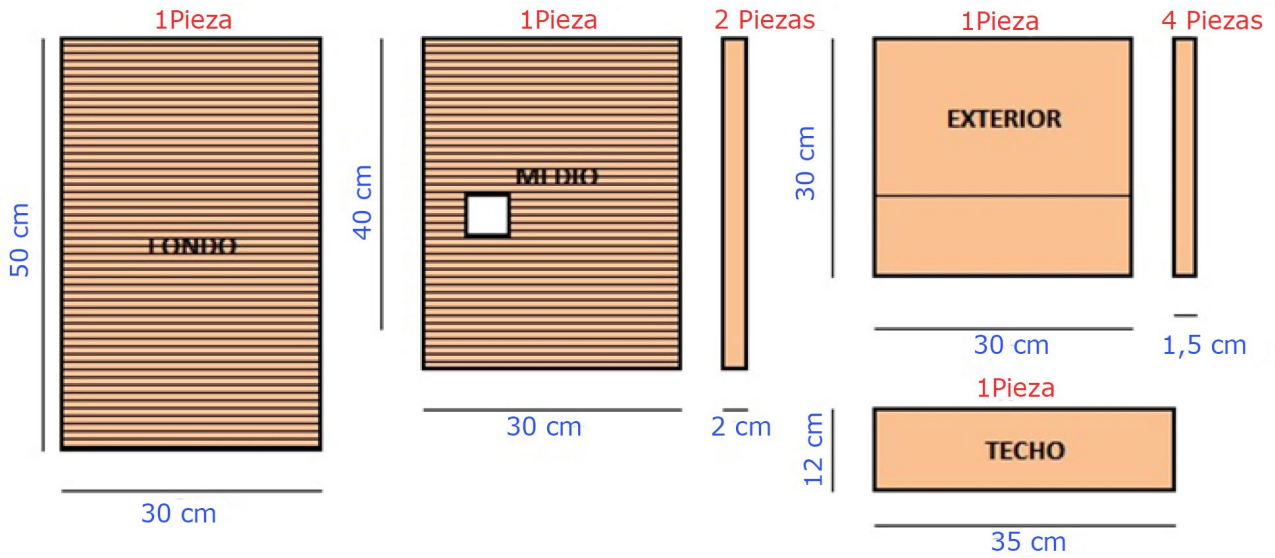


Fig. 13 - Piezas que forman la caja de madera de dos cámaras.

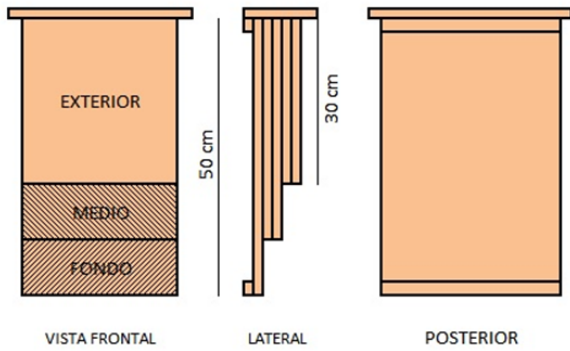


Fig. 14 - Caja de dos cámaras montada.



Fig. 15 - Colonias de murciélagos en las cajas.



Fig. 16 - Colocación de la caja-refugio en un poste de teléfono en desuso. Sobre el código se observa la rendija de ventilación en el frontal.

1.11.2. Caja de madera de sección triangular

Se trata de un modelo de caja-refugio utilizado abundantemente en el Delta del Ebro (Museu de Granollers), y que ha tenido muy buena aceptación en los arrozales, siendo ocupado por murciélagos de Cabrera (*P. pygmaeus*) y de Nathusius (*P. nathusii*). Se muestran aquí las piezas que la componen (Fig. 17).

Las recomendaciones sobre su montaje son las mismas que las indicadas para la caja plana anteriormente explicada.

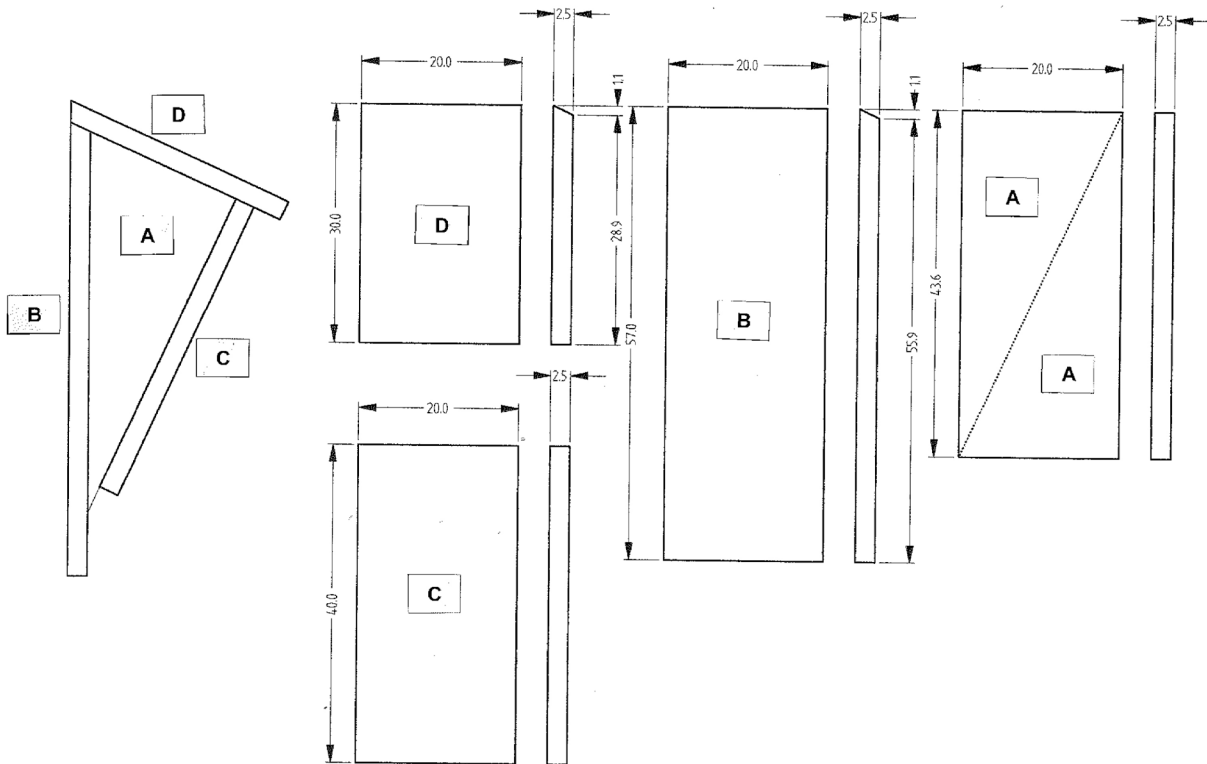


Fig. 17 - Plano representativo para la construcción de cajas nido para murciélagos de madera de sección triangular.

1.12. REFERENCIAS

- ALCALDE, J.T. (2008). El nóctulo mediano en Pamplona. Biodiversidad Urbana de Pamplona. Ayuntamiento de Pamplona – Iruñeko Udala. 50 pp.
- ALCALDE, J.T., CAMPION, D., FABO, J., MARÍN, F., ARTÁZCOZ, A., MARTÍNEZ, I. & ANTÓN, I. (2013a). Occupancy of bat-boxes in Navarre Ocupación de cajas refugio por murciélagos en Navarra. *Barbastella* 6(1): 34–43. <http://dx.doi.org/10.14709/Barbj.6.1.2013.05>
- ALCALDE, J.T., IBÁÑEZ, C., ANTÓN, I., & NYSSSEN, P. (2013b). First case of migration of a Leisler 's bat (*Nyctalus leisleri*) between Spain and Belgium. *Le Rhinolophe* 19: 87–88.
- ALCALDE, J.T. & MARTÍNEZ, I. (2016). Ocupación de cajas refugio por murciélagos en el parque de Salburua (Vitoria-Gasteiz). *Galemys* 28: 23-30. <https://doi.org/10.7325/Galemys.2016.A3>
- BARTONIČKA T. & ŘEHÁK Z. (2007). Influence of the microclimate of bat boxes on their occupation by the soprano pipistrelle *Pipistrellus pygmaeus*: possible cause of roost switching. *Acta Chiropterologica* 9(2):517–526. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[517:IOTMOB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[517:IOTMOB]2.0.CO;2)
- BENZAL, J. (1990). El uso de cajas anidaderas para aves por murciélagos forestales. *Ecología* 4: 207-212.
- BENZAL, J. (1991). Population dynamics of the brown long eared bat (*Plecotus auritus*) occupying brid boxes in a pine forest plantation in Central Spain. *Netherlands Journal of Zoology*, 41(4): 241-249.
- DE PAZ, Ó. DE, LUCAS, J. DE, & ARIAS, J. (2000). 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. *Ecología* 14: 259-268.
- DE PAZ, Ó. DE, LUCAS, J. DE, & ARREDONDO, A. (2015). Seguimiento de cajas refugio para murciélagos en el Parque Natural de Valle de Alcudia y Sierra Madrona, Ciudad Real. XII Congreso SECEM, Burgos, Spain.
- DONDINI G. & VERGARI S. (2009). Harem size and male mating tactics in *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) (Chiroptera, Vespertilionidae). *Hystrix* 20(2): 147–154. <https://doi.org/10.4404/hystrix-20.2-4445>
- FLAQUER, C., TORRE, I., & RUIZ-JARILLO R. (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*, 128: 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>
- FLAQUER, C., PUIG-MONTSERRAT, X., LÓPEZ-BAUCELLS, A., TORRE, I., FREIXAS, L., MAS, M., PORRES, X., & ARRIZABALAGA, A. (2014). Could overheating turn bat boxes into death traps? *Barbastella* 7(1): 46–53. <http://dx.doi.org/10.14709/Barbj.7.1.2014.08>
- GARCÍA, D. & NÚÑEZ, L. (2017, June 26-30). Evaluación y recomendaciones en la instalación de cajas refugio para quirópteros como medida en el control de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Dennis & Schiff., Lepidoptera: Thaumetopoeidae): una experiencia de las Islas Baleares. 7º Congreso Forestal Español. Cáceres, Extremadura, Spain.
- GENERALITAT VALENCIANA. (2014). Instalación de Cajas refugio para Murciélagos en la Comunitat Valenciana. Valoración de las Experiencias Realizadas. Servicio de Vida Silvestre, Dirección General de Medio Natural. Valencia. 16 pp.
- IBÁÑEZ, C., GUILLÉN, A., AGIRRE-MENDI, P.T., JUSTE, J., SCHREUR, G., CORDERO, A.I. & POPA-LISSEANU, A.G. (2009). Sexual Segregation in Iberian Noctule Bats. *Journal of Mammalogy*, 90(1): 235–224. <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-037.1>
- LIMPENS, H. J. G. A. & KAPTEYN, K. (1991). Bats, their behavior and linear landscape elements. *Myotis* 29: 39–48.
- LÓPEZ-BAUCELLS, A., PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., FREIXAS, L., MAS, M., ARRIZABALAGA, A. & FLAQUER, C. (2017). Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. *Urban Ecosystems*, 20: 217. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0582-9>.
- LOURENÇO S. I. & PALMEIRIM J. M. (2004). Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): Relevance for the design of bat boxes. *Biol. Conserv.* 119(2): 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.006>
- POULTON, S. M. C. (2006). An analysis of the usage of bat boxes in England, Wales and Ireland for The Vincent Wildlife Trust. BioEcoSS Ltd. Shropshire, UK. 55 pp.
- PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., LÓPEZ-BAUCELLS, A., GUERRIERI, E., MONTI, M.M., RÀFOLS-GARCÍA, R., FERRER, X., GISBERT, D. & FLAQUER, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking Urban Ecosyst agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*. 80(3): 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.008>
- QUETGLAS, J. & GARRIDO, J. A. (2005). Rastros y señales de murciélagos ibéricos (Chiroptera). *Galemys* 17(1-2): 53–62.
- REBELO, H., RAMOS PEREIRA, M. J., RODRIGUES, L., & PALMEIRIM, J. M. (2002). Optimizing the thermal behaviour of bat-boxes. *Bat Research News* 43(3): 104–105.
- STEBBINGS, R. E. & WALSH, S. T. (1991). Bat boxes. A guide to the History, Function, Construction and Use in the Conservation of Bats. The Robert Stebbings Consultancy Ltd.,ed.: Bat Conservation Trust, Peterborough, United Kingdom, 24 pp.

- TOFFOLI, R. (2016). The importance of linear landscape elements for bats in a farmland area: the influence of height on activity. *Journal of Landscape Ecology*, 9(1): 49–62. <https://doi.org/10.1515/jlecol-2016-0004>
- TUTTLE, M. D. & HENSLEY, D. L. (1993). *The Bat House Builder's Handbook*. Bat Conservation International. Austin, Texas. 35 pp.
- WOLZ, I. (1986). Wochenstuben-Quartierwechsel bei der Bechsteinfledermaus. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 51: 65–74.

EXPERIENCIA: BREÑA, CÓRDOBA

2.1. Medidas compensatorias por el recrecimiento de la presa del embalse de la Breña, Sierra Morena, Córdoba

Jesús Noguerras¹, Carlos Ibáñez¹

¹ Estación Biológica de Doñana (CSIC)

*Corresponding author: noguerras@ebd.csic.es

- **Objetivo:** comprobar la eficacia de los modelos de cajas para distintas especies y en diferentes momentos del ciclo biológico anual en un ambiente mediterráneo típico.
- **Hábitat:** entorno del Parque Natural de Hornachuelos, Sierra Morena Cordobesa, Provincia de Córdoba. La vegetación predominante consiste en monte de encinas, dehesas de encinas y alcornoque, y pequeñas manchas de pinar. El sotobosque está formado principalmente por jaras, lentiscos, cornicabra, coscoja, etc., pudiendo considerarse bastante seco.
- **Fecha de colocación:** verano de 2008.
- **Número y modelos de cajas:** 280 cajas comerciales de cemento-madera (marca Schwegler) de los modelos 2FN (98), 2F simple (98), 1FF (28), 1FD (28), y 1FS (28).
- **Emplazamiento:** todas las cajas se encuentran en árboles: encina (59.1%); alcornoque (33.3%); pino (5.4%); fresno (1.8%); chopo (0.4%). Las cajas se encuentran a 2-4 m de altura, y se recomendó que se colocaran en espacios abiertos, optado por una disposición no homogénea sino en grupos de 5 a 7 y mezclando los distintos modelos (49 grupos). El objetivo es crear zonas en las que haya abundancia de refugios de manera similar a como ocurre en condiciones naturales y que permitan cubrir las necesidades de tipo social (refugios para machos, para colonias de cría, etc.), o de otros comportamientos (cambios periódicos de refugio para evitar la predación o para disminuir el parasitismo), así como permitir la ocupación por varias especies.
- **Promotor:** actuación enmarcada dentro de las medidas compensatorias por la construcción de la presa de la Breña II y promovida por Ingeniería y Gestión del Sur/ IPA.
- **Ocupación:** se han realizado dos revisiones anuales de todas las cajas, una en periodo reproductor (mayo) y otra en el de invernada (enero) durante 6 años consecutivos. La revisión se ha realizado con escalera y abriendo las cajas (Tabla 1).

En total se han revisado 2943 cajas, de las que 453 estaban ocupadas con 5792 murciélagos. Las especies ocupantes han sido exclusivamente del género *Pipistrellus*, (51% *P. pipistrellus* / *P. pygmaeus* y 49% *P. kuhlii*). Tanto el número de cajas ocupadas como el de murciélagos ocupantes ha ido aumentando progresivamente a lo largo del tiempo (Fig. 1-3, Tabla 2).

El número de colonias contabilizadas desde el inicio del proyecto, con más de 10 individuos ha sido de 182. Por modelos, la que más colonias ha albergado es la 1FD con 73 (57 en invierno y 16 en reproducción), le sigue el modelo 1FS con 54 (38 invernadales y 16 en reproducción), 30 para el 1FF (14 y 16 respectivamente) y finalmente los modelos 2FN con 12 y 2F con 13 colonias.

En el periodo invernal se han revisado 1454 cajas. Se han encontrado 284 cajas ocupadas (116 agrupaciones coloniales), con un total de 3745 murciélagos, de los que 1245 *P. kuhlii* y 2500 *P. pipistrellus* / *P. pygmaeus*. Esto representa el 65% del total de murciélagos registrados, y el 63% de las cajas ocupadas, significativamente superior a los registrados en reproducción, lo que pone de manifiesto la importancia de este recurso para este periodo. Como curiosidad, es frecuente encontrar agrupaciones mixtas (Tabla 3) de *P. kuhlii* y *P. pipistrellus* / *P. pygmaeus* en este periodo, siendo más raras en el reproductor.

En el periodo reproductor se han revisado 1489 cajas. Se han encontrado 169 cajas ocupadas, y un total de 2045 murciélagos, 1606 *P. kuhlii* y 440 *P. pipistrellus* / *P. pygmaeus*. Esto representa el 35% del total de

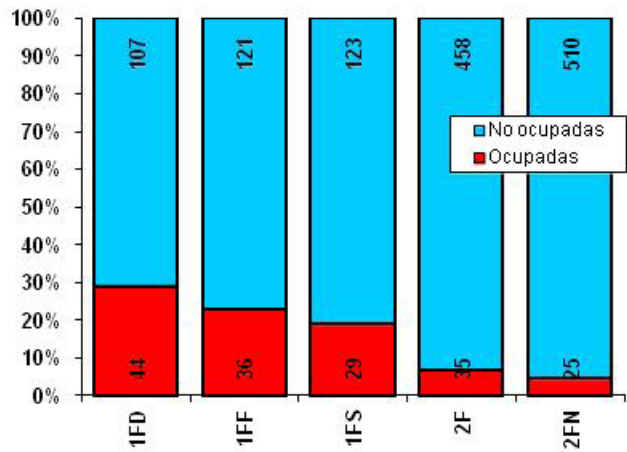
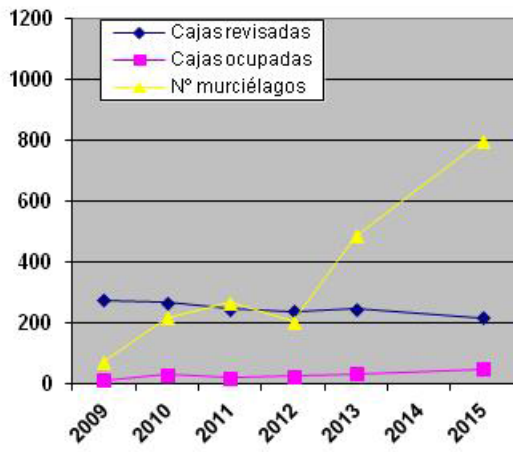


Fig. 1 - Representación gráfica de la evolución del nivel de ocupación de las cajas y su aceptación para los distintos modelos en el periodo de reproducción.

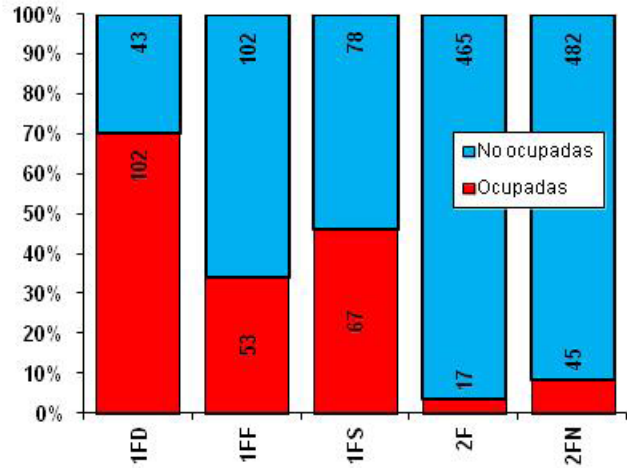
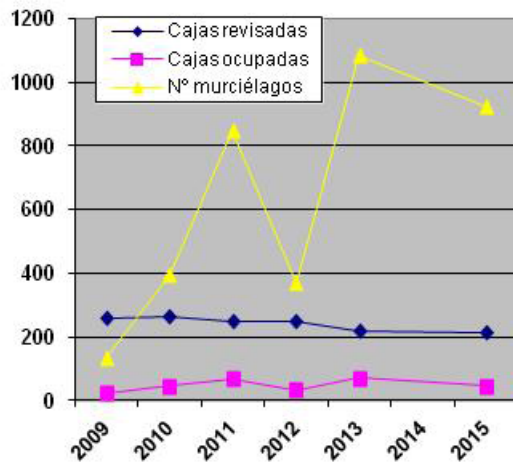


Fig. 2 - Representación gráfica de la evolución del nivel de ocupación de las cajas y su aceptación para los distintos modelos en el periodo de hibernación.

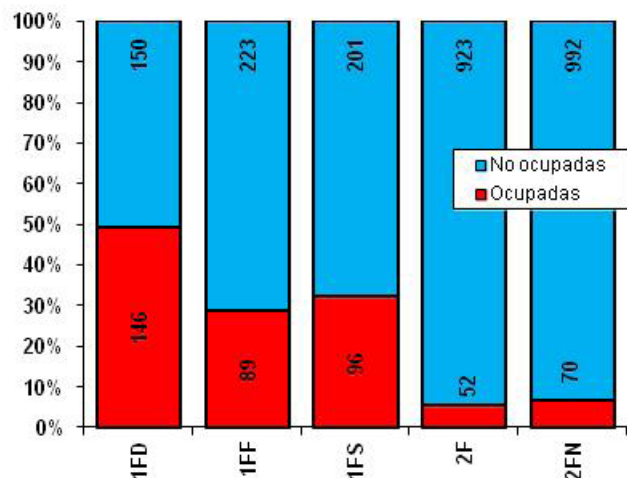
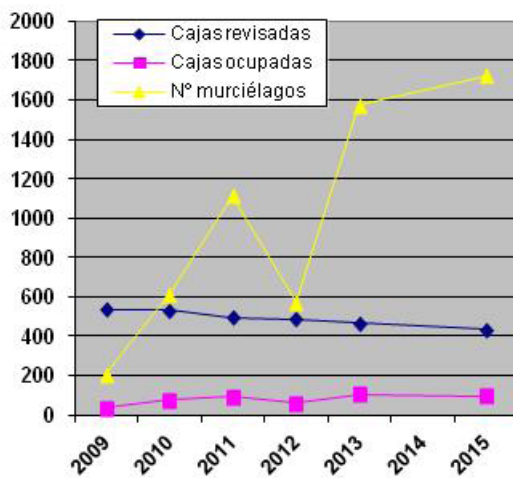


Fig. 3 - Representación gráfica de la evolución del nivel de ocupación de las cajas y su aceptación para los distintos modelos en general.

murciélagos registrados, y el 37% de las cajas ocupadas (Tabla 4). El número de colonias contabilizadas para este periodo ha sido de 66. En general los modelos que mayor aceptación han presentado son 1FF, 1FD y 1FS, si bien presentan un comportamiento diferente dependiendo de la estación del año. Así el 1FD parece ser el más apropiado para el periodo invernal, mientras que el 1FF lo sería para el reproductor, mostrándose el 1FS con los mejores resultados en ambos periodos, pues con menos cajas ocupadas alberga al mayor

número de murciélagos de todos los modelos testados y en ambos periodos considerados (42% de los murciélagos invernales y el 45% de los reproductores). Los modelos 2FN y 2F son los que peores resultados han obtenido, a pesar de cuadruplicar en número al resto de los modelos (Tabla 3).

El 100% de las cajas del modelo 1FS fueron ocupadas en el inicio por paseriformes que instalaban el nido en su interior, por lo que se decidió realizar una actuación consistente en la reducción del tamaño de la entrada con una masilla epoxi. El resultado ha sido muy positivo en cuanto a que dejaron de ocuparlas las aves por completo, mientras que para los murciélagos pasó a ser el modelo con mayor aceptación y ocupación con diferencia sobre el resto de los modelos. Este mismo problema se presentaba en el modelo 2FN, por lo que se colocó una tablilla en el interior para reducir el tamaño de la entrada, que resultó eficaz en la reducción del número de nidos, pero en este caso no se vio acompañado por un aumento de la ocupación por murciélagos (Fig. 4).



Fig. 4 - Modificaciones realizadas en las cajas refugio para evitar la entrada de pájaros: modelo 2FN (izquierda) al que se le ha pegado una tablilla en su interior que reduce el tamaño de la entrada y modelo 1FS (derecha) al que se le ha reducido la entrada con masilla epoxi.

Además de la ocupación de las cajas por aves, se han encontrado otras especies como culebras de escalera, rata, ratón, e insectos como tijeretas, avispas alfareras y sobre todo hormigas, especialmente los años de primavera lluviosa llegando a ocupar cerca del 80% de las cajas bien por instalación del hormiguero en la caja o por trasladar las larvas generalmente a la ranura superior de la tapa de la caja (Fig. 5). Otras causas frecuentes que pueden inutilizar la caja son la acumulación de guano que puede colapsar la entrada o el excesivo número de parásitos (argasidae y cimicidae).

No se ha encontrado correlación significativa en cuanto a la altura, orientación, o tipo de árbol en el que han colocado las cajas, tan solo se observa que cuanto más escondida está la caja en el árbol, menos ocupación presenta.

No se recomienda abrir el refugio para su revisión, sobre todo en el periodo de reproducción, pues al volver a colocar la tapa de la caja pueden quedar murciélagos atrapados por la misma, además la espantada que se suele producir puede causar la caída de crías y/o abandono del refugio por parte de las madres.



Fig. 5 - Algunas de las principales causas de inutilización de las cajas: instalación de nidos de paseriformes y rotura intencionada.

Tabla 1 - Resultados generales por modelo de caja para las 12 revisiones realizadas. Se incluye el número de cajas revisadas (Rev.), y ocupadas (Ocu.).

| | Inv. 2008 | Ver. 2009 | Inv. 2009 | Ver. 2010 | Inv. 2010 | Ver. 2011 | Inv. 2011 | Ver. 2012 | Inv. 2012 | Ver. 2013 | Inv. 2014 | Ver. 2015 | Total |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Nº Cajas revisadas | 260 | 275 | 264 | 267 | 248 | 245 | 248 | 238 | 219 | 246 | 215 | 218 | 2943 |
| Nº Cajas ocupadas | 22 | 12 | 45 | 29 | 68 | 22 | 34 | 24 | 70 | 33 | 45 | 49 | 453 |
| Nº Murciélagos | 132 | 74 | 394 | 219 | 847 | 263 | 368 | 204 | 1085 | 486 | 921 | 800 | 5792 |
| Modelo | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. | Ocu. / Rev. |
| 1FD | 15 / 26 | 3 / 28 | 17 / 27 | 10 / 27 | 19 / 24 | 4 / 25 | 13 / 24 | 5 / 26 | 19 / 21 | 12 / 25 | 19 / 23 | 10 / 20 | 146 / 296 |
| 1FF | 4 / 27 | 4 / 28 | 17 / 28 | 8 / 28 | 15 / 26 | 5 / 24 | 2 / 26 | 7 / 25 | 10 / 25 | 2 / 27 | 5 / 23 | 10 / 25 | 89 / 312 |
| 1FS | 0 / 27 | 0 / 28 | 8 / 26 | 5 / 26 | 15 / 24 | 3 / 26 | 10 / 26 | 4 / 25 | 18 / 22 | 6 / 26 | 16 / 20 | 11 / 21 | 96 / 297 |
| 2F | 3 / 88 | 3 / 93 | 2 / 85 | 1 / 89 | 2 / 83 | 6 / 82 | 2 / 82 | 5 / 78 | 6 / 74 | 9 / 80 | 2 / 70 | 11 / 71 | 52 / 975 |
| 2FN | 0 / 92 | 2 / 98 | 1 / 98 | 5 / 97 | 17 / 91 | 4 / 88 | 7 / 90 | 3 / 84 | 17 / 77 | 4 / 87 | 3 / 79 | 7 / 81 | 70 / 1062 |

Tabla 2: Resultados de la ocupación y aceptación de los modelos de caja testados para las doce revisiones realizadas. Se proporciona el número de murciélagos por especie y período de revisión para cada uno de los modelos, el número de cajas revisadas (Rev.), ocupadas (Ocup.), y no ocupadas (No Ocup.). K (*P. kuhlii*), P (*P. pipistrellus* / *P. pygmaeus*).

| Período invernal | Período reproductor | | | Total por especies | | | Total Nº murciélagos | | | Nº de cajas | | | % Modelo ocupado | % Caja Ocu / Rev | Nº Murciélagos / Caja revisada |
|------------------|---------------------|-------------|------------|--------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------|------------------|------------------|--------------------------------|
| | K | P | P | K | K | P | TOTAL | No Ocup. | Ocup. | Rev. | | | | | |
| 1FD | 320 | 1065 | 265 | 39 | 585 | 1104 | 1689 | 150 | 146 | 296 | 32,20% | 49,30% | 5,70 | | |
| 1FF | 202 | 268 | 276 | 194 | 478 | 462 | 940 | 223 | 89 | 312 | 19,60% | 28,50% | 3,00 | | |
| 1FS | 605 | 981 | 865 | 62 | 1470 | 1043 | 2513 | 201 | 96 | 297 | 21,20% | 32,30% | 8,50 | | |
| 2F | 35 | 55 | 124 | 76 | 159 | 131 | 290 | 923 | 52 | 975 | 11,50% | 5,30% | 0,30 | | |
| 2FN | 83 | 131 | 76 | 69 | 159 | 200 | 359 | 992 | 70 | 1062 | 15,50% | 6,60% | 0,34 | | |
| 1245 | 2500 | 1606 | 440 | 2851 | 2940 | 2940 | 5791 | 2490 | 453 | 2943 | 100% | | | | |

Tabla 3 - Resumen de los resultados obtenidos para las revisiones invernales: número de murciélagos y cajas revisadas, ocupadas y no ocupadas para cada uno de los modelos y porcentajes de ocupación sobre el total de cajas revisadas en general y por modelo de caja.

| Total periodo de hibernación | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Modelo | No ocu. | Ocup. | Rev. | % Caja Ocu / Rev | % del total de cajas ocupadas | Nº de murciélagos | Nº Mur / Caja Rev |
| 1FD | 43 | 102 | 145 | 70,20% | 35,90% | 1385 | 9,5 |
| 1FF | 102 | 53 | 155 | 34,20% | 18,60% | 470 | 3 |
| 1FS | 78 | 67 | 145 | 46,20% | 23,60% | 1586 | 10,9 |
| 2F | 465 | 17 | 482 | 3,50% | 6% | 90 | 0,2 |
| 2FN | 482 | 45 | 527 | 8,50% | 15,80% | 214 | 0,4 |
| | 1170 | 284 | 1454 | | 100 | 3745 | |

Tabla 4 - Resumen de los resultados obtenidos para el periodo de reproducción: número de murciélagos y cajas revisadas, ocupadas y no ocupadas para cada uno de los modelos, y sus porcentajes de ocupación sobre el total de cajas revisadas en general y por modelo de caja.

| Total periodo de reproducción | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Modelo | No ocu. | Ocup. | Rev. | % Caja Ocu / Rev | % del total de cajas ocupadas | Nº de murciélagos | Nº Mur / Caja Rev |
| 1FD | 107 | 44 | 151 | 29,13% | 26% | 304 | 2 |
| 1FF | 121 | 36 | 157 | 22,90% | 21,30% | 470 | 3 |
| 1FS | 123 | 29 | 152 | 19% | 17,20% | 927 | 6,1 |
| 2F | 458 | 35 | 493 | 7% | 20,70% | 200 | 0,4 |
| 2FN | 510 | 25 | 535 | 4,70% | 14,80% | 145 | 0,3 |
| | 1319 | 169 | 1489 | | 100 | 2045 | |

REFERENCIAS

IBÁÑEZ, C. & NOGUERAS, J. (2015). Estudio básico del seguimiento de las medidas compensatorias por la construcción de la presa de la Breña II (Almodóvar del Río, Córdoba) en relación con los murciélagos. Fase de mantenimiento II. Convenio Ingeniería de Protección Ambiental S.L. (IPA). Estación Biológica de Doñana (CSIC). Informe inédito, 34 pp.

EXPERIENCIA: PARQUE NACIONAL DE DOÑANA, HUELVA

2.2. Asentamiento de la colonia de *Nyctalus lasiopterus* en el Parque Nacional de Doñana (Huelva).

Jesús Nogueras¹, Carlos Ibáñez¹

¹ Estación Biológica de Doñana (CSIC)

*Corresponding author: nogueras@ebd.csic.es

- Objetivo:** testar diferentes modelos de cajas refugio para *N. lasiopterus* para intentar facilitar su regreso a la Reserva Biológica de Doñana tras su desaparición en 2007 tras la corta de parte de los eucaliptos en los que se asentaban. Consolidar el asentamiento de la colonia y documentar el proceso de establecimiento. Monitorización de forma automática de la colonia.
- Hábitat:** Parque Nacional de Doñana (Reserva Biológica de Doñana), Almonte, Huelva.
- Fecha de colocación:** año 2005 a 2009.
- Número y modelos de cajas:** 90 cajas comerciales de cemento-madera (marca Schwegler) de los modelos 2FN (33), 2F de doble pared (23), 1FF (4), 1FS (3), 1FW (2), 1FQ (24), 1WQ (1), y 20 cajas artesanales de corcho, 13 del modelo grande y 7 del modelo pequeño.
- Emplazamiento:** todas las cajas se encuentran en árboles, eucaliptos, álamos y pinos piñoneros. Las cajas se encuentran a 4-6 m de altura, en espacios abiertos.
- Promotor:** Estación Biológica de Doñana (CSIC).
- Ocupación:** hay datos esporádicos desde el año 2000 en que un grupo de nótulos ocupó una caja – refugio colocada en los eucaliptos del Palacio de Doñana. En el periodo 2003 – 2006 se desarrolló el proyecto “Ecología trófica y espacial del nótulo gigante (*Nyctalus lasiopterus*) en el Parque Nacional de Doñana”, que proporcionó unas primeras estimas poblacionales. En 2007 desaparecieron los nótulos tras la corta de una parte de los eucaliptos. A partir de ese año se instalaron en la zona del Palacio de Doñana y Laboratorio Bolín nuevas cajas de diferentes modelos para tratar de facilitar su vuelta. En 2010 volvieron a aparecer con

cierta regularidad, en 2011 volvieron a criar, y en la actualidad la ocupación es continua durante todo el año.

Hasta este momento se hicieron dos revisiones anuales de los refugios, una en periodo reproductor y otra en el de invernada, accediendo a los refugios sin descolgarlos y abriéndolos. La ocupación inicial fue exclusivamente de *Pipistrellus pygmaeus*, incrementándose el número en función del tiempo.

Los modelos que preferentemente ocuparon los nótulos en este periodo, han sido el 1FQ y corcho grande, aumentando progresivamente tanto el número de individuos como el de cajas utilizadas, por lo que se reforzaron el número de estos modelos (Fig. 1 y 2). Otros modelos de cajas que han utilizado con una frecuencia muy baja en relación a los anteriormente referenciados han sido: el 1FF, el 2FN, y 1FW

En 2013 se inicio un seguimiento más exhaustivo de periodicidad semanal, utilizando lectores manuales de transponders e introduciendo una pequeña cámara en el interior de la caja.

A finales de 2015 las 14 cajas más utilizadas (5 de corcho grande, 8 FQ y una 2FN que suelen ocupar en invierno) fueron dotadas con lectores automáticos de transponders y con cámaras de video externas (Fig. 5). Desde 2016 diez de estas cajas se pueden seguir por internet.

Desde 2014 la presencia de nótulos es continua tanto en verano como en invierno, variando el número hasta un máximo de 30 – 50. El número de *Pipistrellus* suele ser superior al millar en reproducción, llegando a unas pocas decenas en invierno (Tabla 1).



Fig. 1 - Caja refugio modelo corcho grande.



Fig. 4 - Acumulación de guano en refugio 1FS.



Fig. 2 - Caja 1FQ con *Nyctalus lasiopterus* en invierno.



Fig. 3 - Desgarro alar producido probablemente por cárao.



Fig. 5 - Refugio 1FQ monitorizado.

Tabla 1 - Resultados por modelo de cajas para las 7 primeras revisiones realizadas. Se incluye el número de cajas revisadas (Rev.), y ocupadas (Ocu.).

| Espacio Natural Doñana | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Inv. 2008 | | Ver. 2009 | | Inv. 2009 | | Ver. 2010 | | Inv. 2010 | | Ver. 2011 | | Inv. 2011 | | Total | |
| | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. |
| Nº Cajas revisadas | 69 | 83 | 101 | 99 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 642 | 642 |
| Nº Cajas ocupadas | 13 | 51 | 54 | 30 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 265 | 265 |
| Nº Murciélagos | 25 | 787 | 928 + N/las | 82 | 1446 + >18 N/las | 47 + 3 N/las | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 | >3608 |
| Modelo | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. | Ocu. | Rev. |
| 1FF | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2 | 4 | 21 | 28 |
| 1FS | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 11 | 20 |
| 1FQ | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | 22 | 11 | 23 | 5 | 20 | 11 | 22 | 2 | 22 | 43 | 115 |
| 1FW | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 7 | 14 |
| 1WQ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Corcho Grande | 0 | 7 | 6 | 6 | 4 | 9 | 4 | 8 | 0 | 9 | 4 | 9 | 0 | 9 | 18 | 57 |
| Corcho Pequeña | 0 | 7 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 26 | 40 |
| 2F con tablillas | 6 | 14 | 19 | 23 | 14 | 18 | 12 | 21 | 8 | 19 | 14 | 20 | 5 | 20 | 78 | 135 |
| 2FN | 1 | 25 | 10 | 32 | 14 | 30 | 12 | 33 | 9 | 33 | 11 | 29 | 0 | 31 | 57 | 213 |
| 2M | 1 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 18 |

En cuanto a la consolidación de la colonia y gracias a la monitorización de los refugios, se ha visto que existe una gran presión depredadora sobre la misma por parte de los cárabos, que parece estar impidiendo el aumento del número de individuos. Se ha podido constatar que el acceso de los nóctulos (Fig. 2) al interior de los modelos de cajas que prefieren (corcho grande y 1FQ) es muy dificultoso hasta que aprenden a hacerlo, de forma que llegan a realizar varias decenas de intentos de entrada hasta que lo consiguen. Son estas situaciones las que el cárabo aprovecha para cazarlos (Fig. 3).

La monitorización de las cajas refugio nos permitirá ampliar el conocimiento sobre la especie en aspectos como:

1. Fenología de la ocupación de los refugios.
2. Fenología de la reproducción y celo.
3. Éxito reproductor, tendencias poblacionales y estimas de supervivencia.
4. Organización social (seguimiento de las agrupaciones a lo largo del año).
5. Actividad individual diaria a lo largo del año (emergencia, duración actividad, número de periodos de actividad por noche).

Centrándonos en los modelos de caja testados, se ha de reseñar varias peculiaridades:

Los modelos que no pueden evacuar el guano por estar cerrados (2F, 1FS, 1FW) suelen quedar inoperativos tras la reproducción por llegar el guano acumulado hasta el mismo nivel de la entrada. Sin embargo los abiertos en su parte inferior no presentan este problema (Fig. 4).

Los modelos de corcho no son recomendables en localidades con presencia de Pícidios, pues suelen romperlas e inutilizarlas. El tamaño de la entrada para este modelo también es muy importante, ya que si es muy pequeño no pueden entrar los nóctulos, y si es muy grande, suelen anidar pájaros o facilitar el acceso a depredadores (cárabo y gineteta intentando meter la pata dentro), se recomienda un tamaño entre 1,5 y 2 cm (Fig. 1).

Para entrar en el refugio, los nóctulos se agarran con los pulgares cerca de la entrada y una vez agarrados trepan hasta entrar, por lo que es muy importante la rugosidad de toda esa superficie de la caja así como del interior.

Los nóctulos acceden a las cajas 2FN por el hueco de la parte basal, por lo que se puede facilitar su ocupación pegando la caja totalmente al tronco del árbol para que el nóctulo pueda trepar por el mismo hasta alcanzar el hueco de entrada.

Al salir de la caja, los nóctulos se dejan caer varios metros en caída libre antes de abrir las alas, así que prefieren las cajas que están colocadas más altas y sin obstáculos por debajo de las mismas y por supuesto colocadas en espacios abiertos.

EXPERIENCIA: PARQUE REGIONAL DE SIERRA ESPUÑA

2.3. Parque Regional de Sierra Espuña (Murcia)

Nestor Yelo¹, Francisco J. Almansa¹, Eugenio Martínez¹, Fulgencio Lisón¹, Xosé Pardavila¹

¹ Asociación Meles.

*Corresponding author: asociacionmeles@gmail.com

- **Objetivo:** aumentar la disponibilidad de refugios para quirópteros forestales en el parque. Ofrecer refugios alternativos a los existentes en construcciones humanas.
- **Hábitat:** el Parque Regional de Sierra Espuña se caracteriza por presentar un paisaje forestal dominado por pino carrasco (*Pinus halepensis*) con comunidades vegetales de carrascales en umbrías de calizas y dolomías, jarales en sustratos metamórficos y vegetación freatófila de ramblas y barrancos. La colocación de las cajas se hizo en 9 zonas del Parque, en zonas abiertas asociadas a antiguas zonas de huerta con puntos de agua cercanos (balsas, abrevaderos, etc.) y dos de ellas a en pinares con claros y construcciones cercanas.
- **Fecha de colocación:** período desde 2005 a 2017 (Fig. 1).
- **Número y modelos de cajas:** 24 modelo cuadrada (2005) y 45 semi-rombo (2018), fabricadas en madera de pino de 1,5 – 2 cm de grosor, y pintadas de color negro manufacturadas de madera (Fig. 2).
- **Emplazamiento:** la gran mayoría están colocadas en árboles, principalmente en *Pinus halepensis* y en menor cantidad en *Eucalyptus globulus* y cipreses *Cupressus sempervirens* y dos en postes de madera. Están colocadas a más de 3 m de altura con orientaciones variables, generalmente S-SE, SE, aunque en algunos casos se han colocado varias cajas en el mismo árbol, con diferentes orientaciones.
- **Promotor:** Meles, asociación para el Estudio y Conservación de la Naturaleza con la colaboración del Parque Regional de Sierra Espuña.
- **Ocupación:** la revisión se ha realizado abriendo las cajas directamente, o desde el suelo con ayuda de cámara endoscópica acoplada a Smartphone o Tablet. El número de visitas ha sido variable, y el número de cajas revisadas ha sido también variable.

La ocupación ha sido relativamente escasa, el uso de las cajas se ha concentrado en dos de las 9 zonas. En diciembre de 2017, se constató la presencia de 5 cajas ocupadas (1 *Pipistrellus sp.*) o con indicios de ocupación, todas situadas en una de las 9 zonas. En esta zona había 15 cajas, por lo que la ocupación parcial sería del 33,3% y la total para todo el parque 7,6 %. Durante el año 2018, fueron realizadas revisiones parciales durante los meses de febrero, mayo, junio, julio, agosto y diciembre de 2018. Llegando la máxima ocupación durante verano de 2018, con hasta 7 cajas ocupadas de las revisadas, con presencia de *Pipistrellus pygmaeus* y *Pipistrellus kuhlii*. La zona con más uso de las cajas (10 semi-rombo), se encuentra en las cercanías de una colonia de *Pipistrellus kuhlii* (Fig. 3), y otros *Pipistrellus* que usan unas vigas de madera de un restaurante desde hace al menos 20 años, y han ido usando alternativamente éstas o las vigas. La tasa ocupación en las revisiones durante verano de 2018 de esta zona ha sido de un 30 – 50 %, llegando a ser detectadas hasta 55 hembras de *Pipistrellus kuhlii*, durante mayo, 50 de ellas en la misma caja.



Fig. 1 - Instalación de las cajas en Parque Regional de Sierra Espuña. Voluntarios preparando cajas (izquierda) y técnico de Meles, instalando caja en ciprés (derecha).



Fig. 2 - De izquierda a derecha. Modelo semi-rombo, pintura negro. Mono cámara con apertura inferior (izquierda) y modelo cuadrado, pintura negro. Mono cámara con apertura inferior (derecha).



Fig. 3 - Colonia de *Pipistrellus kuhlii* encontrada en una de las cajas, a través de cámara endoscópica.

EXPERIENCIA: PARQUE NATURAL DEL VALLE DE ALCUDIA Y SIERRA MADRONA, CIUDAD REAL

2.4. Comparación de modelos y uso diferencial de cajas refugio en tres hábitats forestales diferentes (Castilla La Mancha)

Óscar de Paz¹

¹ Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, Madrid

*Corresponding author: o.depaz@uah.es

- **Objetivo:** comprobar el uso diferencial de los murciélagos en diferentes modelos de caja refugio en tres hábitats forestales diferentes: quejigar adhesionado, rebollar y pinar resinero.
- **Hábitat:** entorno del Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona (Ciudad Real). Masas forestales de rebollo (*Quercus pyrenaica*) con estrato herbáceo compuesto principalmente por el helecho de pescadores (*Pteridium aquilinum*) y peonias (*Peonia broteri*); masas forestales de quejigar portugués adhesionado (*Quercus faginea*) y masas forestales de pino resinero repoblado (*Pinus pinaster*) donde se pueden observar pies aislados de alcornoque (*Quercus suber*) con sotobosque constituido principalmente por jaras (*Cystus sp.*).
- **Fecha de colocación:** primavera de 2012.
- **Período de estudio:** desde noviembre de 2012 hasta octubre 2016.
- **Número y modelos de cajas:** un total de 150 cajas refugio. En cada uno de los hábitats se instalaron 16 del modelo 1FF, 16 del modelo 2FN, 16 del modelo 1FD y 2 del modelo 1FW (invierno) todas de la marca Schwegler.
- **Emplazamiento:** en el fuste de los quejigos (50), rebollos (50) y pinos (50). Las cajas refugio se encuentran instaladas entre 3,40 m y 5,50 m de altura, intercalando los distintos modelos de caja-refugio.
- **Promotores:** Delegación Provincial de Medio Ambiente de Ciudad Real, Junta de Comunidades de Castilla La Mancha y Empresa de Transformación Agraria (TRAGSA).
- **Ocupación:** durante los años 2013 y 2014 se llevó a cabo una revisión mensual entre los meses de mayo a octubre (ambos incluidos), así como una revisión



Fig. 1 - Caja modelo 2FN con colonia de cría de *M. bechsteinii* (izquierda) y cuya entrada se encuentra revocada con barro (derecha).

invernal en el mes de enero (Myotis 2014). En 2015 se efectuó una revisión equinoccial en octubre y en 2016 dos revisiones, una en primavera (mayo) y otra en otoño (octubre). Las revisiones se han realizado con escalera, procediendo a la apertura de las cajas refugio. En total se han revisado 2.750 cajas, de las que 572 fueron ocupadas (presencia de individuos o indicios de presencia). La ocupación de las cajas se ha observado a lo largo de todo el estudio, aunque el nivel de mayor ocupación se produce durante el periodo de actividad (mayo-octubre), en torno al 55% de ocupación de las cajas (De Paz et al. 2015).

- **Número de murciélagos:** en total se han observado 1.861 individuos de 6 especies: murciélago ratonero forestal (*Myotis bechsteinii*), murciélago ratonero grande (*M. myotis*), nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*), murciélago de borde claro (*Pipistrellus kuhlii*), murciélago enano común (*P. pipistrellus*) y murciélago de Cabrera (*P. pygmaeus*). No obstante, las especies con mayor número de ejemplares observados fueron *P. kuhlii* (55,2%) y el binomio *P. pipistrellus/P. pygmaeus* (42,5%).

Se han encontrado colonias de cría de *P. kuhlii* (19) y *P. pipistrellus/P. pygmaeus* (6), así como una colonia de cría de *M. bechsteinii* (1) en una caja

refugio del modelo 2FN con la entrada revocada con barro (Fig. 1) por trepador azul (*Sitta europaea*). También se han encontrado 83 harenas con un número variable de hembras comprendido entre 1 y 19 en el caso de *P. pygmaeus* (n=54); entre 1 y 12 en *P. kuhlii* (n=27) (Fig. 2) y, entre 1 y 4 en el caso de *N. leisleri* (n=2).

- Comparación de emplazamientos y modelos de caja-refugio:** las cajas refugio instaladas en masas forestales caducifolias (rebollar y quejigar) fueron más utilizadas por los murciélagos que aquellas ubicadas en los pinares (Fig. 3). Así mismo, se han observado diferencias en el uso de las cajas según el modelo de la misma, con un mayor nivel de ocupación del modelo 1FD, mientras que el modelo 2FN fue el menos utilizado (Fig. 4). Por otro lado, el modelo de caja refugio de invierno (1FW) solamente fue utilizado por individuos aislados durante el periodo invernal en dos ocasiones, aunque durante el periodo de actividad de 2013 se registró una colonia de cría de *P. pygmaeus* con 26 ejemplares.
- Oportunistas:** durante las revisiones de las cajas refugio se ha observado la presencia de otros animales. La distribución del tipo de oportunistas varía según los modelos de caja refugio y a lo largo del periodo de actividad (Fig. 5), el modelo 2FN fue ocupado fundamentalmente por aves (principalmente páridos), mientras que en el modelo 1FD el oportunismo fue debido a invertebrados, (tijeretas, hormigas, avispas alfareras, avispones



Fig. 2 - Agrupación de apareamiento o harén de *P. kuhlii* localizado en el quejigar (izquierda) y harén de *P. pygmaeus* situado en el rebollar (derecha).

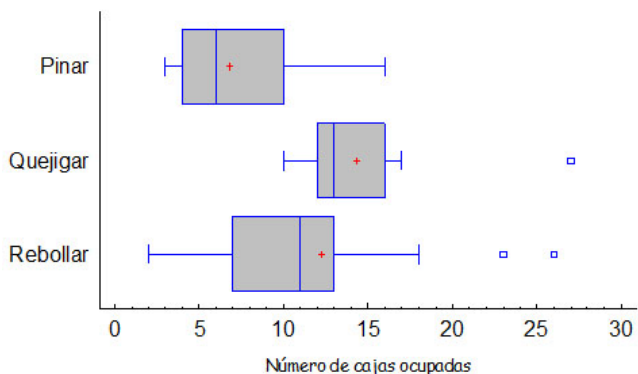


Fig. 3 - Nivel de ocupación de cajas ocupadas según el tipo de hábitat. La media aritmética está representada por una línea vertical dentro de la caja la cual engloba el 50% de los datos y el signo + representa la mediana.

y arácnidos) (Fig. 5). También se ha registrado la presencia de lagarto ocelado (*Timon lepida*) en una misma caja (2FN) en varias ocasiones (Fig. 5). Por tanto, se considera necesario llevar a cabo limpiezas periódicas de las cajas refugio (Fig. 6).

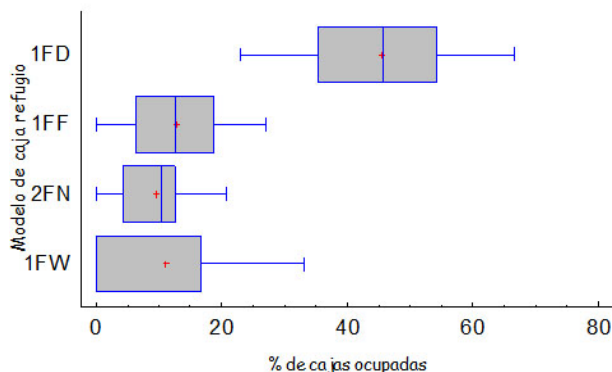


Fig. 4 - Proporción de cajas ocupadas según modelos. La media aritmética está representada por una línea vertical dentro de la caja la cual engloba el 50% de los datos y el signo + representa la mediana.

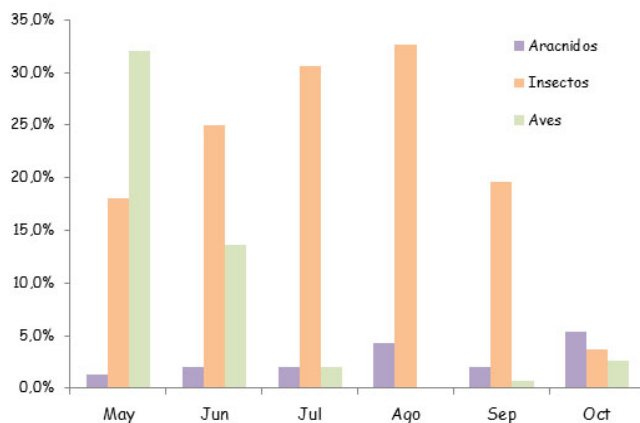


Fig. 5 - Evolución de la presencia de oportunistas en las cajas refugio.



Fig. 6 - Cajas parasitadas por aves (nidos y polladas), insectos (tijeretas, polillas y nidos de avispa alfarera) y reptiles.

REFERENCIAS

- MYOTIS, C. B. (2014). Revisión de cajas refugio de murciélagos en tres hábitats del Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona (Ciudad Real), 2014. TRAGSA. Informe inédito.
- DE PAZ, O., DE LUCAS, J. & ARREDONDO, A. (2015, December 4-6). Seguimiento de cajas refugio para murciélagos en el Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona, Ciudad Real. XII Congreso SECEM, Burgos 4-6 de diciembre de 2015.

EXPERIENCIA: HÁBITATS FORESTALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

2.5. Ocupación de cajas refugio para murciélagos en zonas forestales de la Comunidad Valenciana

Jorge Crespo¹, Miguel Ángel Monsalve¹, Francisco Cervera¹, Mercè Vilalta¹, Antonio Castelló², Antonio Alcocer³, David Almenar³

¹ Equipo de Seguimiento de Fauna-VAERSA. Servicio de Vida Silvestre. Generalitat Valenciana

² The Wildlife Trust for Bedfordshire, Cambridgeshire & Northamptonshire. UK

³ CADEC, Taller de Gestión Ambiental S.L.

- **Objetivo:** aumentar el conocimiento de la distribución de las diferentes especies de murciélagos forestales en la Comunidad Valenciana, así como valorar el grado de ocupación e importancia de este tipo de refugios artificiales en zonas boscosas.
- **Hábitat:** las cajas fueron colocadas en cinco LIC (Lugares de Importancia Comunitaria) de la Comunidad Valenciana (Tabla 1) que forman parte de la red de espacios protegidos de la Red Natura 2000. Se trató de áreas forestales con predominio de pinares (*Pinus halepensis*, *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* y *Pinus sylvestris*), carrascas (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) o alcornosques (*Quercus suber*).
- **Fechas de colocación:** primavera de 2003 y primavera de 2004 (cajas tipo A); primavera de 2014 (cajas tipo B); y primavera de 2016 (cajas tipo C) (Fig. 1).
- **Periodo de estudio:** entre otoño de 2016 y primavera de 2018.
- **Número y modelos de cajas:** se muestran los datos de revisiones a un total de 168 cajas refugio planas de madera, de tres tipos diferentes (Fig. 1): caja A, con compartimento único y ranura de entrada de 3 cm.; caja B, con compartimento único y ranura de entrada de entre 1 y 2 cm.; y caja C, con compartimento doble y ranuras de 1 cm. (exterior) y 1,5 cm. (interior) de anchura. El reparto de las cajas en cada una de las zonas se muestra en la Tabla 1.
- **Emplazamiento:** las cajas fueron colocadas en su totalidad en árboles, excepto tres cajas (tipo B) que fueron instaladas en la pared de una masía antigua y dos cajas (tipo A) que se colocaron en postes (madera) de distribución eléctrica.

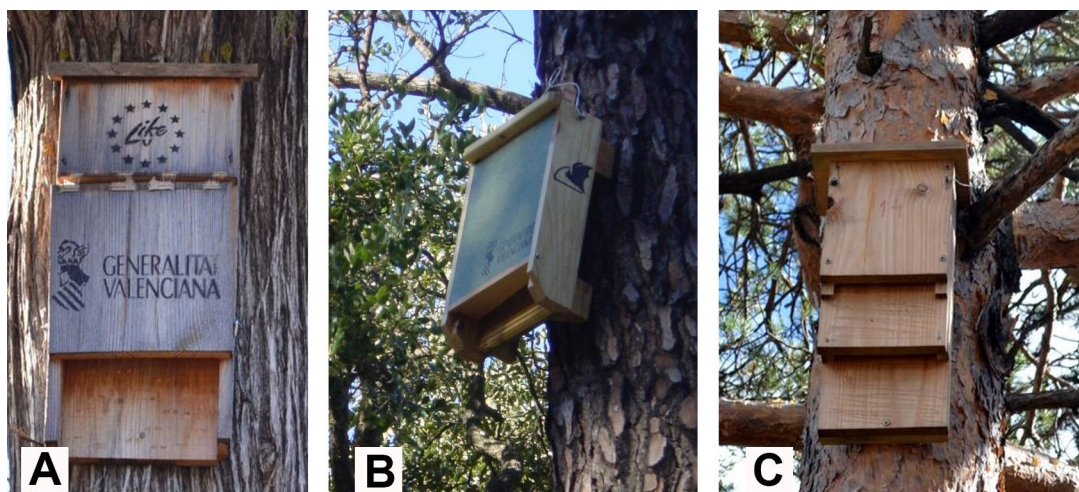


Fig. 1 - Modelos de caja-refugio colocados. A) tipo A; B) Tipo B; C) Tipo C.

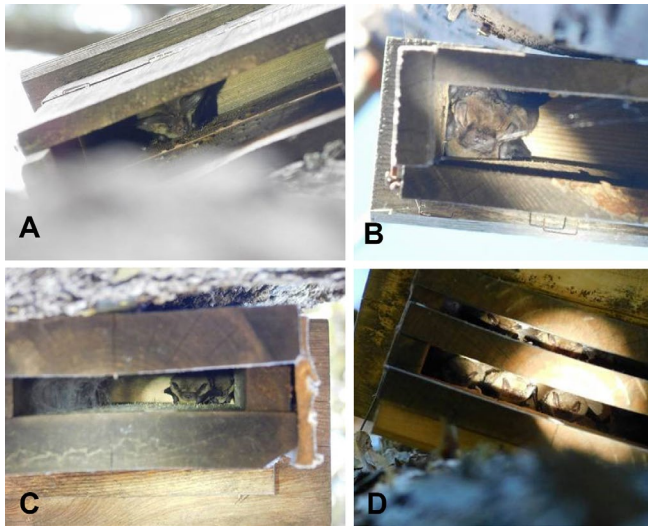


Fig. 2 - Ocupación de los diferentes tipos de cajas. A) murciélago orejudo dorado en caja tipo A; B) dos nótulos pequeños en caja tipo A; C) dos *Pipistrellus sp.* en caja tipo B; D) grupo de *Pipistrellus sp.* en caja tipo C.

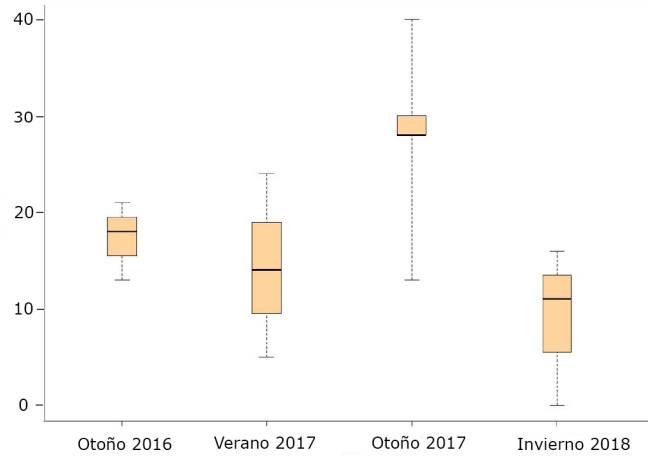


Fig. 3 - Porcentajes de ocupación de las cajas en las diferentes estaciones del año. La línea negra corresponde a la mediana.

Tabla 1 - Distribución de las cajas por zonas.

| LIC | Tipo A | Tipo B | Tipo C | TOTAL |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|
| Tinença de Benifassà, Turmell i Vallivana | 35 | 0 | 26 | 61 |
| Penyagolosa | 29 | 0 | 25 | 54 |
| Serra Espadà | 22 | 0 | 11 | 33 |
| Alto Turia | 0 | 10 | 0 | 10 |
| Serres de Mariola i el Carrascar de La Font Roja | 0 | 10 | 0 | 10 |
| TOTAL | 86 | 20 | 62 | 168 |

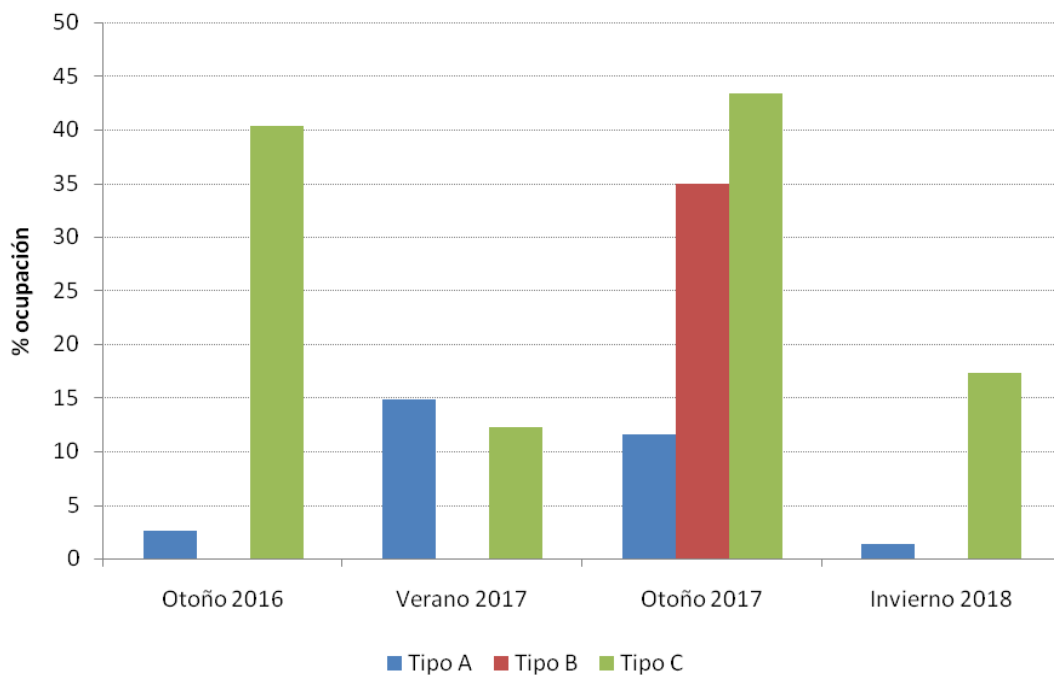


Fig. 4 - Porcentajes de ocupación de los diferentes modelos de cajas, entre estaciones. Para las cajas tipo B sólo hay datos de la revisión de otoño 2017.

- **Promotores:** Servicio de Vida Silvestre. Dirección General de Medio Natural y Evaluación Ambiental. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana.
- **Ocupación:** se llevaron a cabo revisiones otoñales (octubre-noviembre) en 2016; estivales (julio) y otoñales (octubre-noviembre) en 2017; e invernales (febrero-marzo) en 2018. Los controles se realizaron sin abrir los compartimentos, visualizando el interior con ayuda de espejos y/o linternas. Se observó ocupación de las cajas en todos los periodos de estudio, si bien la mayor proporción de cajas ocupadas por murciélagos se dio en otoño de 2017 (26 % del total de cajas revisadas; n=166), y el menor en invierno de 2018 (8 %; n=129), tal y como puede observarse en la Fig. 3.
- **Número de murciélagos:** se detectaron 187 individuos de seis especies diferentes: murciélago enano común (*Pipistrellus pipistrellus*), murciélago de borde claro (*P. kuhlii*), murciélago de Cabrera (*P. pygmaeus*), murciélago orejudo dorado (*Plecotus auritus*), nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*) (Fig. 2) y murciélago montañero (*Hypsugo savii*). El promedio de ejemplares en las cajas ocupadas fue 2 (máx: 10; mín: 1; mediana= 1). Únicamente se localizó una colonia de cría (mes de julio), conformada por murciélagos de borde claro, en una caja tipo A.
- **Comparación de cajas refugio:** las revisiones otoñales mostraron un uso proporcionalmente mayor de las cajas modelo C, con entre un 40 % - 43 % de ocupación frente a un 2 % - 11 % para las cajas modelo A; mientras que las revisiones llevadas a cabo en verano de 2017 mostraron una ocupación del 15% de las cajas A y de un 12% de las cajas C (Fig. 4). Esta variación estival podría guardar relación con la fidelidad que estos quirópteros muestran hacia sus refugios durante la temporada de cría. Por último, la revisión invernal llevada a cabo en 2018 evidenció una ocupación del 17% de las cajas C y de un 1% para las cajas A. No se establecen comparativas con las cajas modelo B por haber sido estas revisadas sólo una vez a lo largo del periodo de estudio (otoño 2017; 35% de ocupación; n=20).
- **Parasitismo:** En los casos en que se encontraron otros animales (o indicios de su actividad) en el interior de las cajas, se trató siempre de invertebrados: arácnidos, avispones y avispa alfareras; si bien no se llevó a cabo un registro cuantitativo. Asimismo, algunas de las cajas fueron deterioradas por pícidos, y en algún caso fueron invadidas por plantas trepadoras (*Hedera helix*). Estas observaciones corroboran la necesidad de realizar controles y limpiezas periódicas en las cajas refugio.

REFERENCIAS

CRESPO, J., MONSALVE, M. A., VILALTA, M., CERVERA, F., CASTELLÓ, A. J. & ALCOCER, A. (2017, December 6-9). Ocupación de refugios artificiales por murciélagos forestales en tres LIC (Lugares de Importancia Comunitaria) de la Comunidad Valenciana. XIII Congreso SECEM, Guadalajara 6-9 de diciembre 2017.

GENERALITAT VALENCIANA. (2016). Informe sobre la revisión de cajas refugio para murciélagos instaladas en zonas forestales de la Comunidad Valenciana. Año 2016. Dirección General de Medio Natural y Evaluación Ambiental. Informe inédito.

GENERALITAT VALENCIANA. (2018). Revisión de cajas refugio para murciélagos en zonas forestales de la Comunidad Valenciana. Año 2017. Servicio de Vida Silvestre. Dirección General de Medio Natural y Evaluación Ambiental. Informe inédito.

EXPERIENCIA: TORRES DE ALTA TENSIÓN, VALENCIA

2.6. Instalación de cajas refugio para murciélagos en torres de alta tensión de red eléctrica de España (REE). Valoración de la experiencia

Miguel Ángel Monsalve, Mauro Montesinos

- **Objetivo:** se pretende determinar la efectividad de las cajas, es decir, donde hay más respuesta/ocupación por parte de los murciélagos
 - **Hábitat:** para la instalación de las cajas refugio se han escogido dos zonas en el entorno del Parque Natural del Turia (Valencia), una de ambiente forestal y otra buscando ambiente de ribera. Zona A: área predominantemente de pinar y monte bajo situada en la Vallesa (Paterna). Zona B: situada en el mismo río Turia a su paso por las zonas conocidas como la Cabrasa (Riba-roja), la Presa (Manises) y el Martinol (Paterna).
 - **Fecha de colocación:** febrero de 2011.
 - **Período de estudio:** se realizaron visitas en enero, junio y diciembre de 2012 y en abril, agosto y septiembre de 2013.
 - **Número y modelos de cajas:** se instalaron un total de 61 cajas refugio. Todas las cajas refugio instaladas son del modelo Schwegler 1FF que permiten el seguimiento a través de la apertura inferior.
 - **Emplazamiento:** se ha utilizado como soporte torres de alta tensión de la REE y árboles despejados de ramas (Fig. 1). En cada zona se instalaron cajas en la torre de alta tensión allí ubicada y en los pinos cercanos a tres alturas: 4, 5 y 6 m. Todas las cajas (en torre y en árbol) se han intentado colocar buscando la orientación Este.
 - **Promotores:** Red Eléctrica de España (REE).
 - **Ocupación:** el recuento de los murciélagos se realizó ayudándose de una linterna potente que permite iluminar el interior de la caja desde la apertura inferior (Fig. 2). El indicador utilizado es “número de ejemplares observados”. La especie detectada siempre es *Pipistrellus pygmaeus*. Tal y como se observa en la Fig. 3, conforme transcurre el tiempo se observa una mayor ocupación de las cajas, llegando a un máximo en primavera de 2013 con el 28,9% de las cajas ocupadas. Se observa salto cuantitativo en la primavera de 2013, cuando se pasa de porcentajes de ocupación del 10% a casi el 30%. Tal y como se refleja en otros trabajos (Flaquer et al. 2006) se observan fluctuaciones, con mayor ocupación en primavera-verano y menor ocupación en invierno.
- El porcentaje de ocupación en este trabajo es similar al de otras experiencias realizadas en áreas forestales (Alcalde et al. 2013), sin embargo es muy inferior al porcentaje observado en una experiencia similar (también en torres de tendidos eléctricos) realizada en la Albufera de Valencia, donde se ha registrado un porcentaje de ocupación del 92%. En otra experiencia realizada en el Delta del Ebro-Tarragona- (Flaquer et al. 2006) el porcentaje de ocupación fue también muy alto, lo que apunta que en humedales litorales los índices de ocupación son mayores.
- **Número de murciélagos:** En cuanto a la cantidad de ejemplares observados en cada caja la media ha ido aumentando en cada visita hasta alcanzar 3,0 murciélagos/caja en septiembre de 2013. El máximo número de ejemplares observados ha sido de 8.
 - **Comparación de emplazamientos y modelos de caja refugio**
 - a) Comparar entre las torres de alta tensión de la REE y otros soportes (pinos). En el segundo año de seguimiento se da un porcentaje de ocupación mayor en las cajas instaladas en torres de alta tensión y menor en cajas instaladas en árbol (Fig.4).
 - b) Comparar efectividad en dos hábitats: Río y Forestal. Se han comparado dos zonas, pinar-monte bajo y ribera. Transcurridos dos años se observó mayor ocupación en el río (36,5 %) que en zona forestal (20,8 %) (Fig.5).
 - c) Comparar efectividad según altura de instalación. Se analizan cajas colocadas en las torres de alta tensión, a 4m. (n=9), a 5m. (n=4) y otras a 6m. (n=13). Los datos de 5m son muy escasos y se han agrupado con los de 4m.

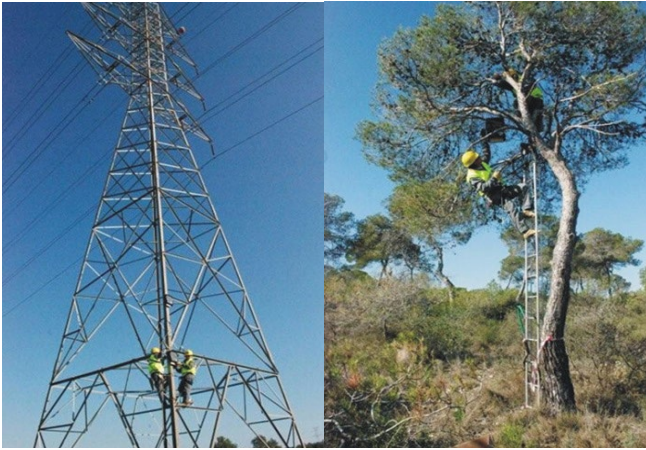


Fig. 1 - Instalación de cajas refugio en torres de tendidos eléctricos y en árboles.

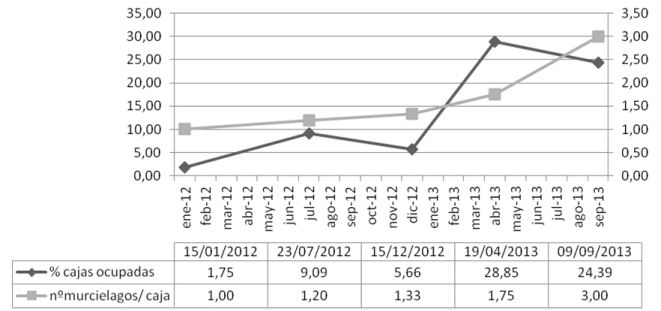


Fig. 3 - Evolución en la ocupación de Las cajas.



Fig. 2 - Murciélago de Cabrera *Pipistrellus pygmaeus*

Aunque las diferencias no son muy marcadas, la ocupación es ligeramente mayor en las cajas de 6 metros (39,8%) que en las cajas instaladas a 4 y 5 metros (32,4%) (Fig. 6).

- **Parasitismo:** no se ha detectado.

REFERENCIAS

ALCALDE, J. T., CAMPION, D., FABO, J., MARÍN, F., ARTÁZCOZ, A., MARTÍNEZ, I. & ANTÓN, I. (2013). Ocupación de cajas refugio por murciélagos en Navarra. *Barbastella*, 6(1): 35-45. <https://doi.org/10.14709/BarbJ.6.1.2013.05>

FLAQUER, C., TORRE, I. & RUIZ-JARILLO, R. (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*, 128(2): 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>

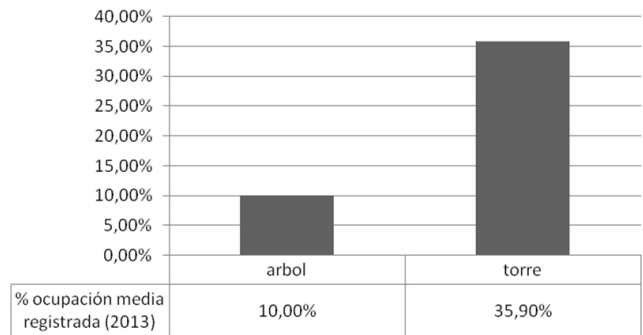


Fig. 4 - Comparación en la ocupación de las cajas instaladas en árbol y en torre de alta tensión en el segundo año después de su instalación.

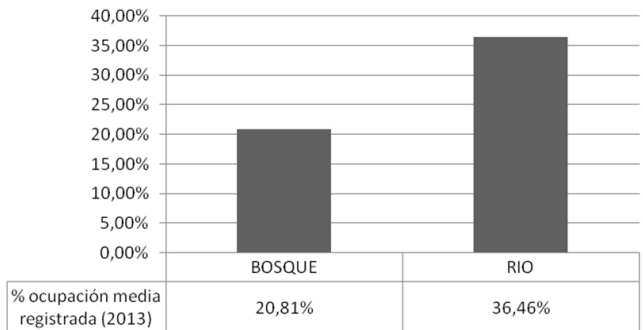


Fig. 5 - Comparación en la ocupación de las cajas instaladas en zona A= área de pinar-monte bajo y en zona B= río Turia.

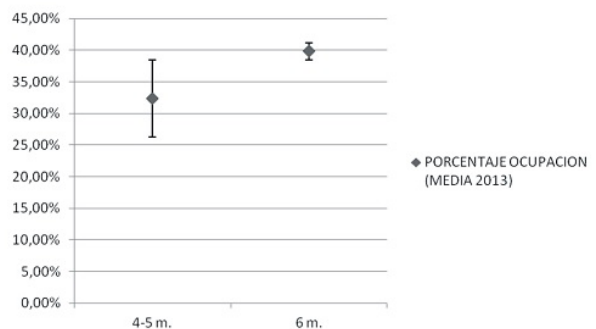


Fig. 6 - Comparación de la ocupación en cajas instaladas a diferentes alturas (los registros de 4 y 5m son escasos por lo que se han agrupado en una única categoría).

EXPERIENCIA: PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA, VALENCIA

2.7. Programa 'aliados en la noche'. Éxito de ocupación de cajas refugio instaladas en el Parque Natural Albufera de Valencia para mejorar las poblaciones de murciélagos de Cabrera, *Pipistrellus pygmaeus*

Miguel Ángel Monsalve^{1,2}, Jorge Crespo², Vicente Sancho^{1,3}, Antonio Alcocer^{1,3}, Francisco Cervera^{1,2}, Mercè Vilalta², Lucía Moreno⁴, Antonio Rubio⁵, Cristina Navarro^{1,6,7}, Eduardo Diaz¹

¹ Roncadell, Grup d'Estudi i Defensa de l'Entorn

² Equipo de Seguimiento de Fauna-VAERSA. Servicio de Vida Silvestre. Generalitat Valenciana

³ CADEC, Taller de Gestión Ambiental S.L.

⁴ Acció Ecologista-AGRÓ

⁵ La Granja de Bitxos COOP. V.

⁶ Institute of Mediterranean Agroforestry (IAM). Universitat Politècnica de València

⁷ Elytra Agrosience Services S.L.

- **Objetivo:** conocer la ocupación de las cajas refugio instaladas en el bosque de El Saler y arrozales próximos (municipios de Valencia y Sueca, provincia de Valencia) dentro del programa 'Aliados en la noche'. Uno de los objetivos de este programa es aumentar las poblaciones de *Pipistrellus pygmaeus* para control biológico de la plaga del barrenador del arroz.
- **Hábitat:** el área de estudio está localizada en el sector oriental de La Albufera de Valencia, entre la barra arenosa que la separa del mar, donde actualmente se desarrolla una vegetación densa y con estrato arbóreo de pino carrasco (*Pinus halepensis*), y los campos de arroz que hay junto a ella.
- **Fecha de colocación:** hasta la fecha se han instalado un total de 204 cajas, con la siguiente distribución temporal: en 2004 (13), 2005 (1), 2009 (2), 2010 (103), 2011 (36), 2013 (9), 2015 (2) y 2017 (38).
- **Período de estudio:** aunque en 2007 ya se detectaron las primeras colonias, no se hace un seguimiento sistemático de todas las cajas hasta 2013. Las revisiones del contenido de las cajas se han realizado en los años 2013, 2016 y 2017 (Generalitat Valenciana 2016 y Generalitat Valenciana 2018). El primer año se realizó el seguimiento en septiembre para comprobar la ocupación, y los dos últimos en junio, para detectar las agrupaciones de cría.
- **Número y modelos de cajas:** las cajas instaladas en 2017 (Moreno et al. 2018) no se incluyeron en el análisis de resultados por haberse instalado después del mes de junio. Hasta 2016 se instalaron un total de 166 cajas refugio, con el siguiente reparto según modelos: 53 cajas planas de cemento-madera marca Schwegler modelo 1FF, 4 cajas redondas de cemento-madera Schwegler modelo 2F, 103 cajas planas de madera de un compartimento, 3 cajas planas de madera de dos compartimentos y 3 cajas de madera grandes con múltiples compartimentos. Las anchuras de los compartimentos variaron entre 1 y 3 cm.
- **Emplazamiento:** en muros de edificios (144), en poste *ex profeso* (2), y en torres de luz eléctrica (20). La mayoría a alturas de entre 3 y 5 m (Fig. 1 y 2).
- **Promotores:** Asociaciones RONCADELL y AGRÓ.
- **Ocupación:** la ocupación de las cajas se determinó mediante observación directa con ayuda de una linterna y un espejo, con el que se reflejaba la luz del sol en el interior de la caja. Cuando la agrupación de murciélagos era mayor que 10 se realizaba un conteo, con ayuda de detector de ultrasonidos, de los ejemplares que salen de la caja al anochecer. La única especie encontrada en las cajas fue el murciélago de Cabrera, *Pipistrellus pygmaeus* (Fig. 3).

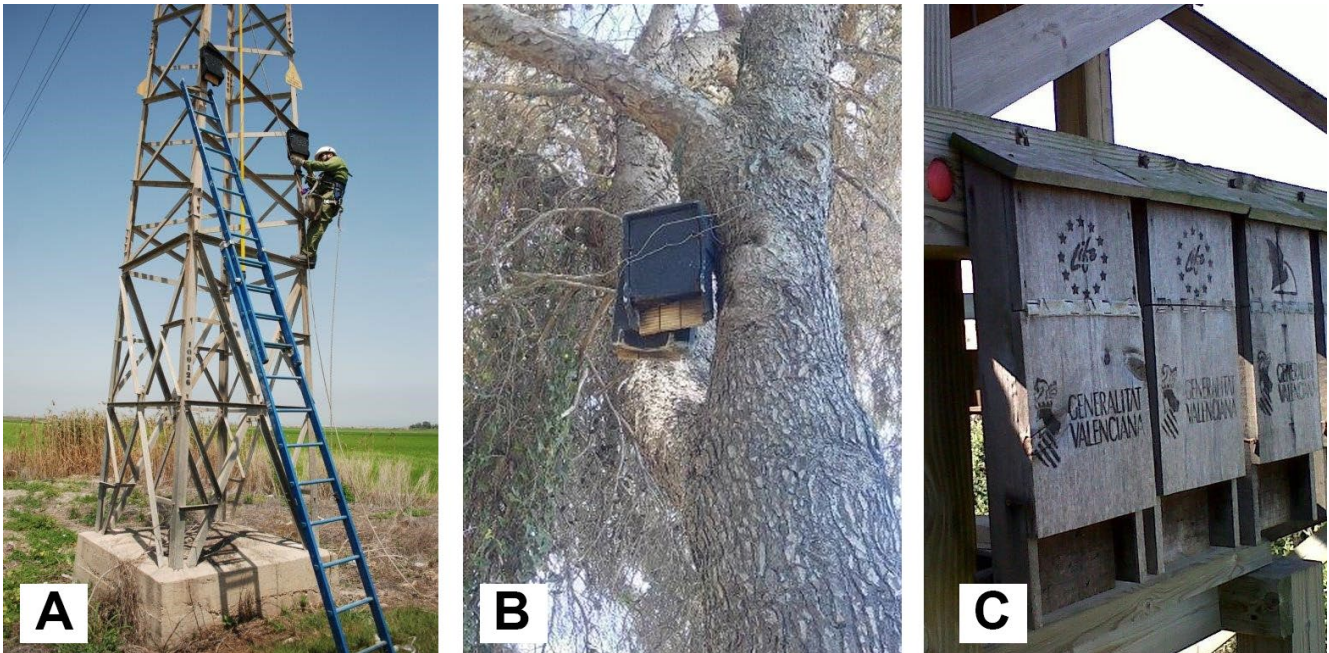


Fig. 1 - Instalación de **A)** cajas refugio instaladas en torres de tendidos eléctricos; **B)** cajas refugio en bosque de pino carrasco. Estas cajas albergan una colonia de cría de *Pipistrellus pygmaeus*; **C)** Cajas planas de madera de un compartimento instaladas en un observatorio de aves.

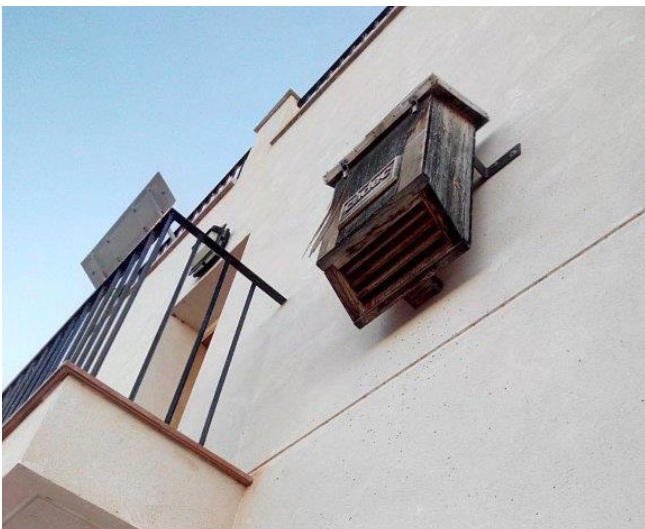


Fig. 2 - Caja grande de madera con múltiples compartimentos.



Fig. 3 - Ejemplares adultos y crías de *Pipistrellus pygmaeus* en una caja Schwegler modelo 1FF.

En la primera revisión realizada en septiembre de 2013 se observó una ocupación del 59 % de las cajas revisadas (n=103), en junio de 2016 la ocupación fue del 54 % y en junio de 2017 del 44 %. Al analizar el porcentaje de cajas ocupadas en época de cría (junio) en relación con la antigüedad de la caja, se observa que en las cajas recién instaladas ya había un buen porcentaje de ocupación (Fig. 4) (Generalitat Valenciana 2016 y Generalitat Valenciana 2018).

- **Número de murciélagos:** con los años las colonias han ido creciendo y el número de ejemplares detectados ha aumentado. En la primera visita (septiembre de 2016) se detectaron 250 ejemplares en 61 cajas ocupadas (4,1 ejemplares/caja ocupada), en la segunda (junio de 2016) 408 ejemplares en 82 cajas ocupadas (5,0 ejemplares/caja ocupada) y en la última (junio de 2017) 507 ejemplares en 61 cajas ocupadas (8,3 ejemplares/caja ocupada (Fig. 5).

Igualmente, el número de colonias de cría ha aumentado encontrándose 13 colonias en junio de 2016 y 17 en junio de 2017.

Esto también se observa al analizar el número medio de ejemplares (en época de cría) en cada caja en relación con la antigüedad del refugio. Aunque, como hemos visto en el punto anterior, las cajas recién instaladas ya tienen un buen porcentaje de ocupación, se observa un progresivo aumento en el número medio de ejemplares que aparecen en las cajas más antiguas (Fig. 6) (Generalitat Valenciana 2016 y Generalitat Valenciana 2018).

- Comparación de emplazamientos y modelos de caja-refugio:** Las cajas planas de cemento-madera Schwegler 1FF fueron las más ocupadas (Fig. 7). En la última revisión realizada en 2017, 28 de 35 de estas cajas (80%) estaban ocupadas por un total de 336 murciélagos. Para el resto de los modelos destaca la baja ocupación de las cajas planas de madera de un compartimento. De este modelo sólo 28 de 98 (29%) estaban ocupadas con un total de 56 murciélagos. La anchura de la entrada de estas cajas era algo superior a la del resto (3 cm frente a 1-2 cm) y la mayoría de ellas fueron instaladas a muy poca distancia entre sí, en una torre de observación de aves. Estos factores pudieron influir en su baja ocupación.

Para el resto de los modelos se observaron buenos datos, aunque el número de cajas fue reducido y no se pudo sacar conclusiones. En 2017 se observaron 30 murciélagos en 4 cajas redondas Schwegler instaladas, 13 murciélagos en 2 cajas planas de madera de doble compartimento y 72 murciélagos en la única caja revisada de madera de grandes dimensiones y con múltiples compartimentos. Cabe destacar los 13 ejemplares encontrados en las únicas dos cajas planas de madera con dos compartimentos. Este dato se considera muy positivo para el poco tiempo transcurrido desde su instalación (dos años). Por ello, y dado que en otros trabajos se ha demostrado el éxito de estas cajas, ha sido el modelo elegido en 2017 (38 cajas) y en los próximos años se podrá aportar información sobre su ocupación (Moreno & Diaz 2018).

Sólo se pudo comparar los emplazamientos entre cajas de cemento-madera marca Schwegler modelo 1FF que estaban repartidas en dos tipos de ambientes (bosque y arrozal) y dos de soportes (edificio y torre). El primer grupo estaban instaladas en paredes de edificios en hábitat forestal dominado por pino carrasco, un segundo grupo en paredes en edificios en arrozal y el último en torres de tendido eléctrico (Fig. 1) también en arrozal.

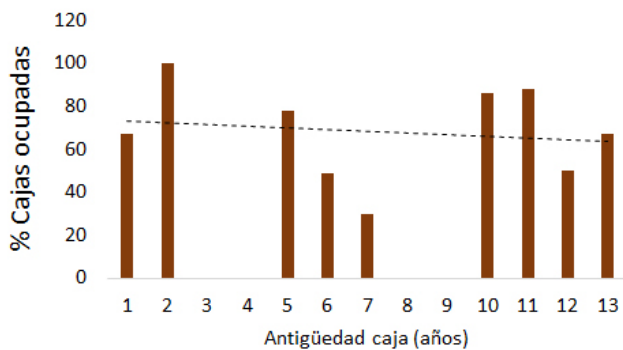


Fig. 4 - Porcentaje de cajas ocupadas por murciélagos en relación con la antigüedad del refugio.

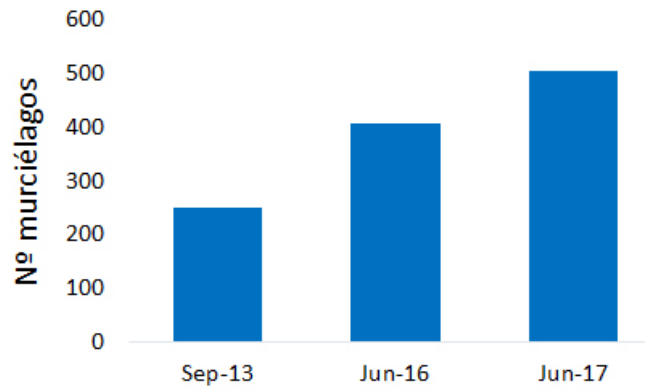


Fig. 5 - Evolución del recuento total de murciélagos observados en las cajas ocupadas en cada muestreo.

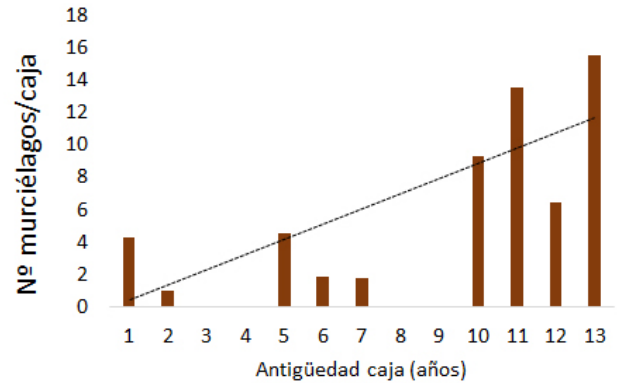


Fig. 6 - Número medio de murciélagos en las cajas en relación con la antigüedad del refugio.

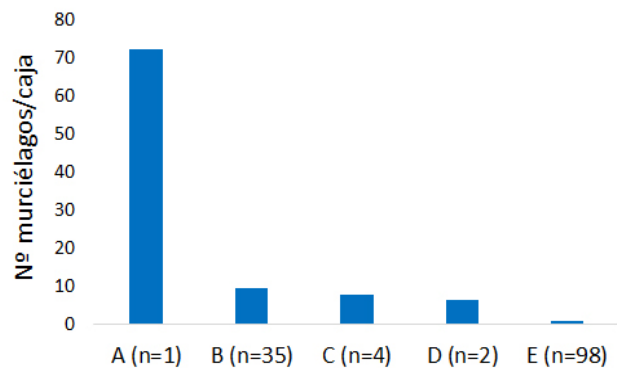


Fig. 7 - Número medio de murciélagos encontrado en los diferentes modelos de caja. Datos recogidos en junio de 2017. Se indica el número de cajas revisadas de cada modelo. A) Madera grande (multicomp.); B) Plana cemento Schwegler; C) Redonda cemento simple; D) Plana madera (dos comp.); E) Plana madera (un comp.).

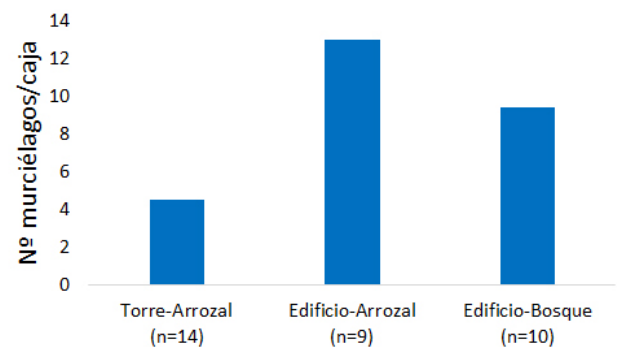


Fig. 8 - Número medio de murciélagos en cada caja en relación al tipo de hábitat y soporte utilizado. Datos recogidos en junio de 2017, en cajas instaladas entre 2011 y 2013 (entre 4 y 6 años de antigüedad).

Para evitar sesgos se seleccionaron únicamente cajas con antigüedad de entre 4 y 6 años desde su instalación (10 cajas en “Edificio-Bosque”, 9 en “Edificio-Arrozal” y 14 en “Torre-Arrozal”). La cantidad de murciélagos en “Edificio-Arrozal” y “Edificio-Bosque” fue superior al encontrado en “Torre-Arrozal” (Fig. 8).

- **Animales oportunistas:** En 10 ocasiones se observaron salamanquesas en el interior de cajas de madera de un compartimento y en 1 en caja de cemento-madera Schwegler 1FF. En 3 ocasiones se encontraron restos de nidos de aves (2 cajas de cemento-madera Schwegler 1FF y 1 caja redonda Schwegler) y en una ocasión se observaron avispas alfareras (caja Schwegler 1FF).

REFERENCIAS

GENERALITAT VALENCIANA. (2016, September). Ocupación de cajas refugio para murciélagos en el Parque Natural de l'Albufera. Año 2016. Servicio de Vida silvestre.

GENERALITAT VALENCIANA. (2018, March). Ocupación de cajas refugio para murciélagos en el Parque Natural de l'Albufera. Año 2017. Servicio de Vida silvestre.

MORENO, L. & DIAZ, E. (coord.). (2018). Refuerzo de las poblaciones de murciélagos en el término municipal de Valencia: Aplicaciones al control biológico de las plagas del arrozal y chufa. Programa ‘Aliados en la Noche’. Memoria de resultados.

EXPERIENCIA: PINARES DE PINO CARRASCO, ISLAS BALEARES

2.8. Cajas refugio en masas forestales de pino carrasco, como medida para la lucha de la procesionaria del pino (Islas Baleares)

David García¹

¹ Iniciativa de Recerca de la Biodiversitat de les Illes (IRBI).

- **Objetivo:** favorecer la comunidad de murciélagos mediante la instalación de refugios artificiales en los pinares del archipiélago Balear dentro del programa del control de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*).
- **Hábitat:** masas forestales de pino carrasco (*Pinus halepensis*), donde se pueden distinguir bien los estratos arbustivos formados por: *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea turbinata*, *Erica multiflora*, *Rosmarinus officinalis* y *Juniperus oxycedrus*.
- **Período de estudio:** desde 2008 hasta 2018.
- **Número y modelos de cajas:** un total de 115 cajas refugio se instalaron en las masas forestales de las islas entre 2008 y 2009 (García 2008, García 2009). En 2016 se incluyeron 10 refugios más (García 2016). Finalmente, entre 2017 y 2018 se instalaron 360 cajas refugios (García 2009, García 2018). Actualmente hay 419 cajas refugio servibles instaladas. Todas las cajas son de la marca Schwegler, empleándose los modelos 2F, 2FN y 1FF.
- **Emplazamiento:** en pino carrasco.
- **Promotores:** Servei de Sanitat Forestal de la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears; Consorci de Recuperació de la fauna de les illes Balears (COFIB).
- **Ocupación:** en la revisión efectuada en primavera de 2016, en un 18 % de las cajas se encontraron murciélagos o indicios de ocupación (excrementos). Mientras que en febrero de 2018 se observó solo fueron ocupadas el 4%. Este bajo índice se atribuye al bajo número de murciélagos que utiliza estos refugios en los meses de invierno en Baleares. Cabría esperar que transcurrido un tiempo prologando (alrededor de 3 años) el índice de ocupación alcanzara cuotas más elevadas.



Fig. 1 - Ejemplares *Pipistrellus pipistrellus* en Formentera.

- **Número de murciélagos:** la mayor parte de las detecciones fueron de ejemplares solitarios, aunque en algunas ocasiones se han hallado grupos de 3 y 4 ejemplares.
- **Comparación de emplazamientos:** las cajas refugio instaladas en masas forestales con una estructura vegetal más densa fueron más empleadas. También existen diferencias entre el índice de ocupación entre las islas.
- **Especies observadas:** *Pipistrellus pipistrellus* (Fig. 1).
- **Especies oportunistas:** durante las prospecciones de los refugios artificiales se ha podido constatar la presencia de otros animales. En Pitiüses se ha hallado lagartija de las Pitiüses (*Podarcis pityusensis*) y salamanesca común (*Tarentola mauritanica*), esta última también en cajas de Mallorca. En Menorca un alto número de refugios ha sido ocupado por lirón careto (*Eliomys quercinus*). También algunas cajas han sido ocupadas por aves, carbonero común (*Parus major*) y herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*).

REFERENCIAS

- GARCÍA, D. (2008). Seguimiento Instalación y revisión de cajas refugio para quirópteros en los pinares de Eivissa y Mallorca, como medida de control de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*). Direcció General de Biodiversitat. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Informe inédito.
- GARCÍA, D. (2009). Instalación de cajas refugio para quirópteros en los pinares de Eivissa y Formentera, como medida de control de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*). Informe inédito. Direcció General de Biodiversitat. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Informe inédito.
- GARCÍA, D. (2016). Evaluación del éxito de ocupación de las cajas refugio para quirópteros instaladas en Baleares como medida en el control biológico de la procesionaria del pino. Servei de Sanitat Forestal. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears.
- GARCÍA, D. (2018). Investigación y análisis de diversos modelos de control biológico de la plaga de la procesionaria con refugios de quirópteros. Informe inédito. Servei de Sanitat Forestal. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. COFIB. Obra Social la Caixa.

EXPERIENCIA: ARROZALES DEL DELTA DEL EBRO, TARRAGONA

2.9. Cajas refugio en arrozales y humedales del delta del Ebro (Cataluña)

Xavier Puig-Montserrat^{1,2,3}, Adrià López-Baucells^{1,2}, Maria Mas^{1,2}, Xavier Porres⁴, Carles Flaquer²

¹ Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos (SECEMU)

² Museu de Ciències Naturals de Granollers (Catalunya, España)

³ Associació Galanthus, Celrà (Catalunya, España)

⁴ Parc Natural del Delta de l'Ebre (Catalunya, España)

- Objetivo:** incrementar el número de refugio disponible para *Pipistrellus pygmaeus* en la Isla de Buda (Proyecto Life), dónde hay una falta considerable de refugios naturales. Documentar durante los 4 años siguientes el número de individuos y las características (orientación, soporte y modelos de cajas) que favorecen la ocupación de las cajas.
 - Hábitat:** hábitat costero, de clima mediterráneo, altamente antropizado por una agricultura intensiva principalmente de arroz, con la presencia de lagunas aisladas en bastante buen estado de conservación. Presenta algunos edificios y árboles aislados.
 - Fecha de colocación:** junio de 1999.
 - Número y modelos de cajas:** se colocaron un total de 69 cajas artesanales de madera laminada preservada con aceite natural. Se utilizaron dos modelos distintos pero con medidas similares: 44 cajas del modelo A (Fig. 1A) de sólo un compartimento y 25 cajas del modelo B (Fig. 1C) de dos compartimentos.
 - Emplazamiento:** las cajas fueron colocadas en tres soportes distintos: eucaliptos (10), edificios (29) y en postes de una antigua línea de teléfono (30). Las cajas se encuentran a 3-6 m de altura y en distintas orientaciones.
 - Promotor:** Parque natural del Delta del Ebro
 - Ocupación:** tras un año desde su colocación, la ocupación media fue de un 71%, presentando períodos de baja ocupación (40%) hasta períodos de alta ocupación (93%), siendo generalmente los meses de verano los que presentaban más ocupación. La ratio de ocupación por hembras con crías aumentó de un 15% en 2000 (primer año de monitoreo) hasta un 53% en 2003 (último año). La tendencia de ocupación se ha mantenido entre el 70 y el 95% entre los meses de abril y noviembre, hasta la actualidad (Flaquer et al. 2006, Flaquer et al. 2009).
 - Numero de murciélagos:** el recuento máximo de murciélagos observado durante una revisión ha sido de 3.000 murciélagos en el total de las cajas (año 2003). La ocupación media era de 11 individuos por caja (con un rango de 0 a 52 individuos), llegando a los 60 individuos por caja en 2003. La ocupación de cajas por murciélagos presentó una marcada estacionalidad siendo invierno la estación con menor número de murciélagos detectados y verano la estación con mayor número de registros.
 - Comparación de emplazamientos:** las cajas orientadas hacia el este fueron las más ocupadas durante los períodos de cría, mientras que en otros períodos del año no detectamos ninguna preferencia por la orientación de la caja (Fig. 2B).
- Las cajas colocadas en postes o en edificios presentaron una ocupación similar, aunque muy superior a las cajas instaladas en árboles (Fig. 2C). Las cajas colocadas sobre edificios o postes suelen ser más cálidas que las colocadas en árboles, por lo tanto, más favorables para la cría y lactancia (Flaquer et al. 2006). *Pipistrellus pygmaeus* es sensible a cambios de temperatura, especialmente en períodos de reproducción, puesto que necesita refugios con altas temperaturas para el buen desarrollo de las crías. Consecuentemente se esperaba una mayor ocupación en cajas colocadas en postes y edificios.
- Comparación de modelos:** las cajas del modelo B presentaron una ocupación mayor durante la época de reproducción (Fig. 2A). Sin embargo, durante las otras estaciones del año los dos modelos (A y B) presentaron un número de individuos similar. El modelo B es especialmente adecuado



Fig. 1 - A) Caja simple ocupada por murciélagos de Cabrera. B) Aspecto del arrozal de la isla de Buda, en el Delta del Ebro. C) Caja doble colocada sobre un eucalipto en la Isla de Buda.

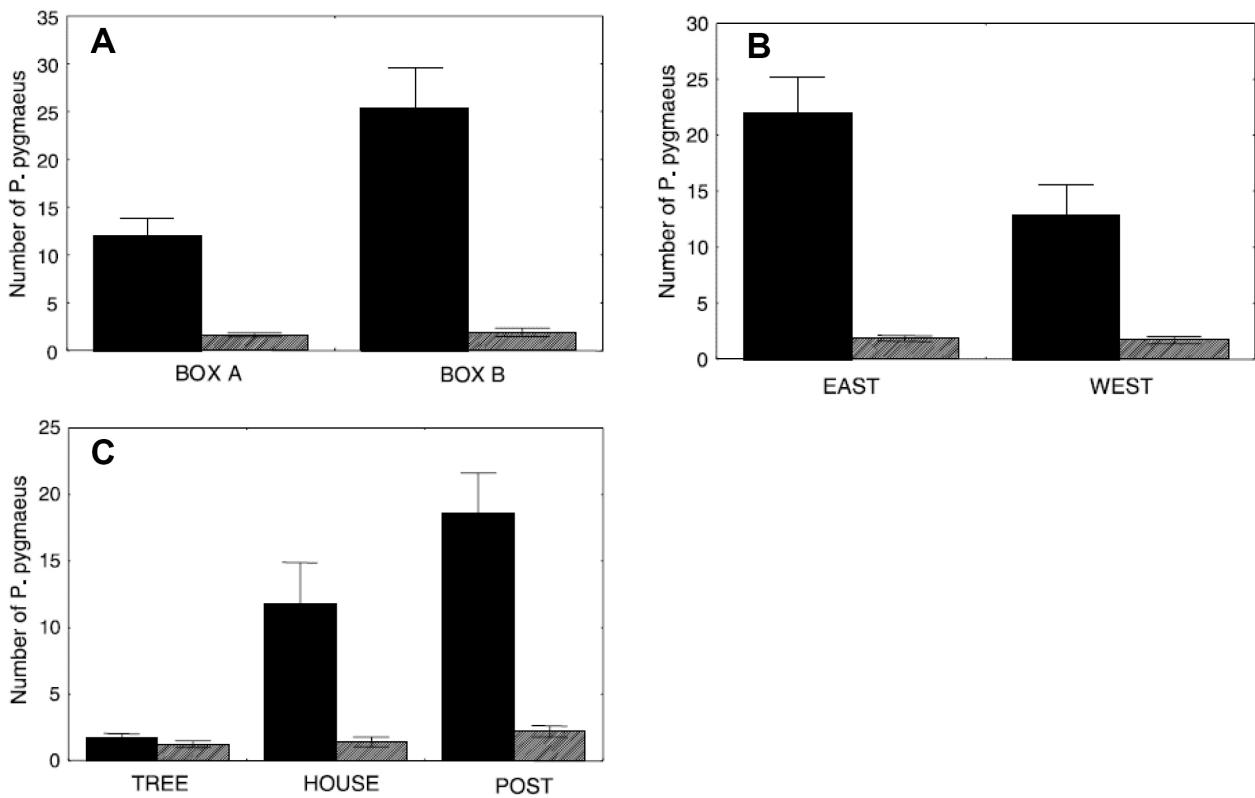


Fig. 2 - Número medio de *P. pygmaeus* (\pm SE) por caja según A) el tipo de caja (caja A simple, caja B de doble cámara); B) orientación de la caja y C) soporte utilizado para la colocación. Barras negras: período de reproducción; barras grises: período de no reproducción. Adaptado de Flaquer et al. 2006.

para las colonias de reproducción facilitando la formación de grupos y el mantenimiento del calor para las hembras y crías. Así mismo, este doble compartimento ofrece distintas situaciones microclimáticas durante el día.

- **Especies observadas:** el 95% de las cajas fueron ocupadas por la población residente de *Pipistrellus pygmaeus*. Se observó la presencia de 3-5 agrupaciones de apareamiento de *Pipistrellus nathusii* en cajas colgadas en eucaliptos y algún caso esporádico de *Eptesicus serotinus* y *Myotis myotis* (Puig-Montserrat et al. 2015).
- Las cajas refugio han demostrado ser una buena alternativa a la falta de refugio natural para *Pipistrellus pygmaeus* como los humedales. Estas cajas juegan un papel importante en la conservación de esta especie, proporcionando una alternativa para las colonias de reproducción excluidas de edificios. El uso de las cajas tiene que ser una medida temporal, para que estas especies puedan establecer sus colonias de maternidad, especialmente en el caso de lugares pobres en refugio, como campos de cultivo o humedales. Aún así, la replantación de árboles y la recuperación de la flora natural de la zona deberían ser una prioridad para la recuperación y establecimiento de poblaciones sanas de murciélagos.

REFERENCIAS

- FLAQUER, C., TORRE, I. & RUIZ-JARILLO, R. (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*, 128(2): 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>
- FLAQUER, C., PUIG-MONTSERRAT, X., GOITI, U., VIDAL, F., CURCÓ, A. & RUSSO, D. (2009). Habitat selection in *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*): the importance of wetlands. *Acta Chiropterologica*, 11(1): 149-155. <https://doi.org/10.3161/150811009X465767>
- PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., LÓPEZ-BAUCELLS, À., GUERRIERI, E., MONTI, M. M., RÀFOLS-GARCÍA, R., FERRER, X., GISBERT, D. & FLAQUER, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*, 80(3): (2015): 237-245. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.008>

EXPERIENCIA: COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS CAJAS EN CATALUÑA

2.10. Variabilidad de temperaturas en verano según modelo y orientación de cajas refugio de murciélagos (Cataluña)

Garazi Martín Bideguren¹, Adrià López-Baucells^{1,2}, Xavier Puig-Montserrat^{1,2,3}, Maria Mas^{1,2}, Xavi Porres⁴, Carles Flaquer^{1,2}

¹ Museu de Ciències Naturals de Granollers (Catalunya, España)

² Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos (SECEMU)

³ Associació Galanthus (Catalunya, España)

⁴ Parc Natural del Delta de l'Ebre (Catalunya, España)

- Objetivo:** comparar la frecuencia de sobrecalentamientos en los modelos de cajas para murciélagos más comunes y utilizados en conservación, durante el período de lactancia. En una primera fase del estudio se estudió la dinámica térmica de las cajas instaladas en la red de refugios artificiales del Museu de Ciències Naturals de Granollers, en varias regiones de Catalunya. Y en una segunda fase del proyecto, se cuantificó el efecto del color, material y tipo de caja en el número de episodios de sobrecalentamiento detectados a lo largo del verano.
 - Hábitat:** este estudio abarca las cuatro zonas climáticas de Cataluña (continental, oceánica, alpina y litoral) en un total de 12 localidades: Aiguamolls de l'Empordà; Collserola-Roques Blanques; Corredor; Ebro Delta; Lleida-Aitona; Parc Serralada Marina; Penedès-Recaredo; Montsant; Alt Pirineu-Aguaït de la Mollera, Alt Pirineu-Llagunes; Alt Pirineu-Burg y Sant Julià de Cerdanyola (mediterráneo y pirenaico).
 - Período de estudio:** el primer periodo del estudio se realizó durante los veranos de 2014 y 2015 y el segundo en el verano de 2016, únicamente en el Delta del Ebro.
 - Número y modelos de cajas testadas:** en el primer estudio se monitorizaron 90 cajas comprendiendo un total de 11 modelos distintos: 1FF (19); 1FQ (14); 2F (10); 2FN (5); 2FTH (1); madera plana (9); combo madera 4 compartimientos (1); madera cúbica (3); madera embudo (13); arroz laminar (8); arroz cúbica (7). En el segundo estudio se testaron 44 cajas equivalentes a 15 modelos distintos: 1FF, 1FQ, madera plana, madera plana negra, 1FF negra, 2F, madera embudo, madera embudo ventilada, madera cúbica, madera cúbica rombo, madera cúbica medio rombo, arroz laminar, arroz cúbica, cilíndrica barro y la torre (Fig. 1). Además se colocaron en orientaciones distintas: oeste (8), este (11), sur (16) y norte (9).
 - Emplazamiento:** cajas en edificios y árboles.
 - Registro de temperaturas:** se usó un *datalogger* por caja entre julio y setiembre del 2014 y 2015, y dos *dataloggers* (uno en el interior de la caja y el otro a 5 cm de la entrada de la caja) por caja entre julio y agosto de 2016.
 - Promotores:** Museu de Ciències Naturals de Granollers con el apoyo del Parque Natural de l'Alt Pirineu, PN del delta del Ebro; PN dels Aiguamolls de l'Empordà; PN del Montnegre i el Corredor; PN de Collserola; P. Serralada de Marina; P Serralada Litoral; ÀLTIMA y Celler Credo.
 - Datos generales de temperaturas:** en la primera fase del estudio tanto en 2014 como en 2015 hubo casos de cajas con sobrecalentamientos (asumiendo que el sobrecalentamiento ocurre a temperaturas superiores a 40°C) (53.3% de las cajas) e incluso llegando a sobrepasar los 50°C (Lourenço & Palmeirim 2004, Flaquer et al. 2014, Bideguren et al. 2019).
- De los once modelos testados, en diez se registraron sobrecalentamientos a lo largo del



Fig. 1 - Modelos de caja refugio incluidos en el presente proyecto: **a)** Laminar/cemento (1FF gris); **b)** Laminar/cemento (1FF negra); **c)** Laminar/cemento (1FQ); **d)** Laminar/cemento con cobertura de pasta de arroz (1FQ_2); **e)** Laminar/cemento (2FTH); **f)** Cilíndrica/cemento (2F); **g)** Cilíndrica/cemento (2FN); **h)** Cilíndrica/barro (Clay); **i)** Laminar/madera (Tabla); **j)** Laminar/madera (Tabla negra); **k)** Cubica/madera (embudo); **l)** Cubica/madera (embudo ventilado); **m)** Cubica/madera (Cubica); **n)** Cubica/madera (Rombo); **o)** Cubica/madera (Medio rombo); **p)** Casita entera/madera (Combo); **q)** Laminar/pasta de arroz (Arroz laminar); **r)** Arroz/cemento (Cubica de pasta de arroz); **s)** Torre.

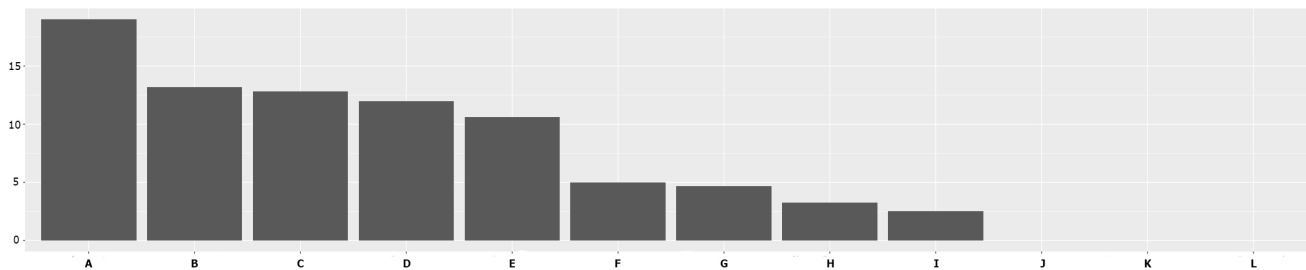


Fig. 2 - Eje vertical: número medio de sobrecalentamientos (temperaturas máximas por encima de 40°C medidas cada 60 minutos) para cada caja y localización durante los veranos de 2014 y 2015. **A)** Pirineu-Llagunes; **B)** Collserola Roques Blanques; **C)** Sant Julià de Cerdanyola; **D)** Corredor; **E)** Delta del Ebro; **F)** Alt Pirineu-Burg; **G)** Aguait de la Mollera; **H)** Aiguamolls de l’Empordà; **I)** Montsant; **J)** Lleida-Aitona; **K)** Parc Serralada de Marina; **L)** Penedés-Recaredo.

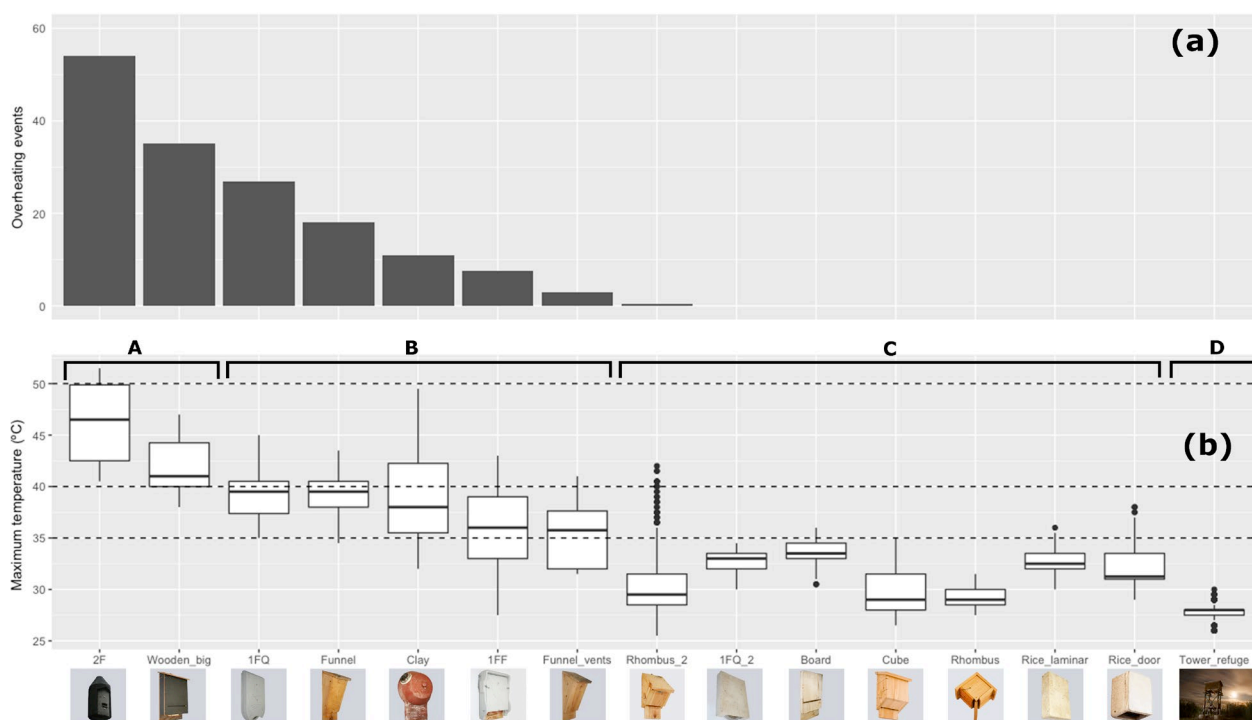


Fig. 3 - **a)** Número medio de sobrecalentamientos (temperaturas máximas por encima de 40°C medidas cada 60 minutos) para cada modelo de caja muestreada durante el verano de 2016 en el Delta del Erbo. **b)** Temperaturas máximas diarias para cada modelo registradas durante el verano de 2016.

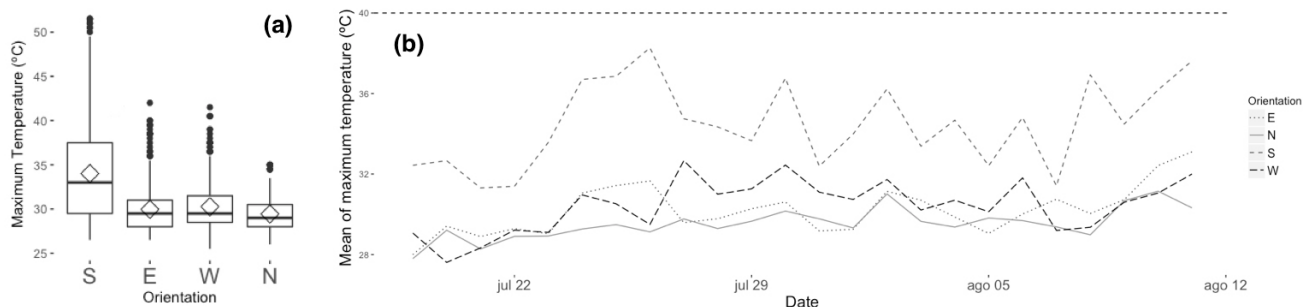


Fig. 4 - Efecto de la orientación de las cajas refugio sobre **a)** la media de temperaturas máximas y **b)** oscilación de temperaturas a lo largo del verano de 2016.

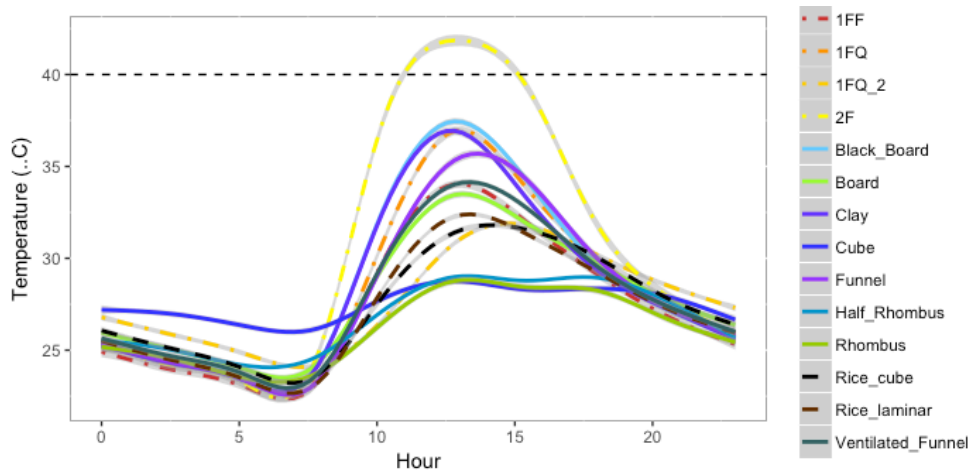


Fig. 5 - Oscilaciones de temperaturas diarias en los diferentes modelos incluidos en este estudio en el Parque Natural del Delta del Ebro a lo largo de todo el verano de 2016.

verano. Nueve de las doce localidades registraron más de un sobrecalentamiento por estación (Fig. 2). Las cajas de color negro presentaron valores significativamente más elevados en períodos de cría.

En la segunda fase del estudio (2016) ocho de los modelos monitorizados alcanzaron temperaturas más elevadas de 40°C. En cambio, las cajas de arroz no registraron ningún episodio de sobrecalentamiento (Fig. 3). Igualmente, las colocadas en orientaciones sur presentaron más episodios de sobrecalentamiento que las orientadas al este, norte y oeste (Fig. 4).

Las oscilaciones y diferencias de temperaturas a lo largo del día se incrementan al mediodía, especialmente en las cajas de cemento, de color negro (Fig. 5). De las cajas “no negras” el modelo 1FQ y el de madera plana son los que han registrado más casos de sobrecalentamiento durante el estudio (Fig. 3 y 5).

REFERENCIAS

- BIDEGUREN, G. M., LÓPEZ-BAUCELLS, A., PUIG-MONTSERRAT, X., MAS, M., PORRES, X. & FLAQUER, C. (2019). Bat boxes and climate change: testing the risk of over-heating in the Mediterranean region. *Biodivers Conserv*, 28(1): 21-35. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1634-7>
- FLAQUER, C., PUIG, X., LÓPEZ-BAUCELLS, A., TORRE, I., FREIXAS, L., MAS, M., PORRES, X. & ARRIZABALAGA, A. (2014). Could overheating turn bat boxes into death traps. *Barbastella*, 7(1): 39-46. <https://doi.org/10.14709/BarbJ.7.1.2014.08>
- LOURENÇO, S.I., PALMEIRIM, J.M. (2004) Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes. *Biol Conserv*, 119:237–243. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.006>

EXPERIENCIA: PINARES DE PARQUES NATURALES DE CATALUÑA

2.11. Parques naturales en pinares urbanos (Cataluña)

Xavier Puig-Montserrat^{1,2,3}, Adrià López-Baucells^{1,2}, Maria Mas^{1,2}, Lidia Freixas², Ignasi Torre², Carles Flaquer^{1,2}

¹ Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos

² Museu de Ciències Naturals de Granollers (Catalunya, España)

³ Associació Galanthus (Catalunya, España)

- **Objetivo:** incrementar el refugio para murciélagos en pinares del área metropolitana de Barcelona, y evaluar el efecto de la estructura y composición del paisaje en la ocupación de las cajas-refugio.
- **Hábitat:** bosques mediterráneos preitorales con pinares (*P. halepensis* y *P. pinea*) y encinares (*Quercus ilex*) dentro del área metropolitana de Barcelona, con alrededor de 5 millones de habitantes (Fig. 1)
- **Período de estudio:** 2003 a 2015. Las revisiones se realizaron siempre en verano y otoño, y de manera puntual en invierno.
- **Número y modelos de cajas:** 200 cajas artesanales de madera de pino modelo simple.
- **Emplazamiento:** básicamente pinos.
- **Promotores:** Red de Parques Naturales de la Diputación de Barcelona: PN Collserola; PN del Montseny; PN del Montnegre y el Corredor; P Serralada Litoral; P. Serralada de Marina; P. del Foix. (Fig. 2).
- **Análisis:** la influencia del paisaje sobre la ocupación de cajas-refugio se calculó mediante el uso de buffers de 5 km de radio alrededor de cada una de las estaciones, siguiendo el método de [Boughey et al. 2011](#). La cobertura del suelo fue reclasificada a partir de la cartografía pública del Departament de Medi Ambient i Habitatge 2005, en un total de 9 hábitats diferentes. Para más detalles de los análisis estadísticos consultar ([López-Baucells et al. 2017](#)).
- **Ocupación:** en 9 años de seguimiento un 40% de las cajas presentaron murciélagos en alguna ocasión aunque de 1.659 inspecciones solamente en un 15% de ellas fueron positivas.



Fig. 1 - Localización de las cajas en pinares del sistema preitoral en Catalunya.

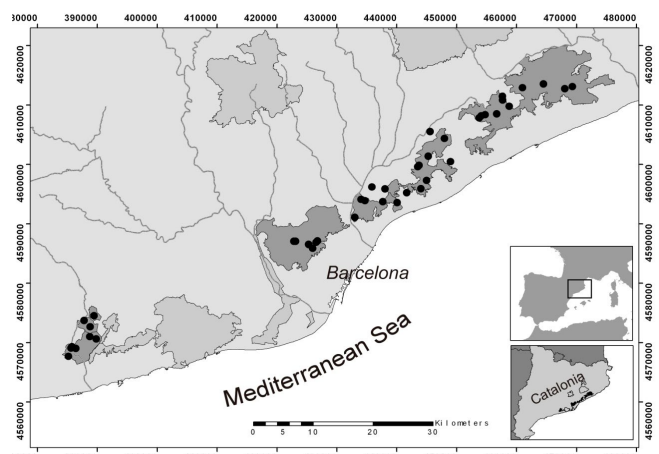


Fig. 2 - Localización de las cajas a lo largo del sistema de parques naturales litorales en Catalunya.

- Número de murciélagos:** considerando únicamente las revisiones en las que se detectaron murciélagos, en el 94% de los casos de ocupación se encontraron murciélagos solitarios. El 6% de las cajas restantes albergaron más de un individuo, hasta un total de 50, en colonias de maternidad. El nótulo pequeño (*Nyctalus leisleri*) solamente fue detectado en siete estaciones de cajas (~15%) en grupos de 1 a 11 individuos. Las hembras de *N. leisleri* generalmente aparecieron a mitades de agosto y se quedaron en las cajas hasta el inicio del periodo de hibernación, en el que abandonaron las cajas para buscar grietas en acantilados u otros refugios con temperaturas inferiores y constantes donde poder hibernar. Alrededor de febrero-marzo, las cajas volvieron a ocuparse por *N. leisleri*, hasta mayo, cuando las hembras regresaron de nuevo a sus localidades de cría, en el centro y norte de Europa. En cambio, los machos se quedaron en las cajas durante todo el año individualmente, y establecieron los harenes de hembras en otoño. En el caso de las pipistrelas se detectaron tanto colonias de maternidad como harenes de apareamiento e individuos solitarios.
- Especies observadas:** *Nyctalus leisleri* (15%); *Pipistrellus kuhlii* (7%); *P. pygmaeus/pipistrellus* (20%).
- Comparación de emplazamientos:** se pudo observar que la composición del paisaje es un factor básico en la ocupación de las cajas (López-Baucells et al. 2017). Se observó que una elevada cobertura de bosque incrementa la ocupación de cajas en pinares mediterráneos. Pequeños grupos de cajas instaladas en extensiones continuas de pinares, lejos de zonas urbanizadas, pueden proporcionar refugios alternativos para varias especies y presentar tasas de ocupación relativamente altas (>30%). Por el contrario pequeños pinares rodeados de zonas urbanas, altamente fragmentadas y con muchos refugios alternativos en estructuras antrópicas y edificios, presentan cajas con ocupaciones muy bajas (<5%) (Fig. 3, 4 y 5).

A pesar de las diferencias de ocupación entre nótulos y pipistrelas, el efecto de paisaje y los patrones encontrados en la distribución de las cajas ocupadas, es muy similar entre ambas especies.

Concluimos que, además de variables como la orientación o la insolación (Bediguren et al. 2018), tener en cuenta la estructura y composición del paisaje es clave para incrementar la eficacia de las cajas.

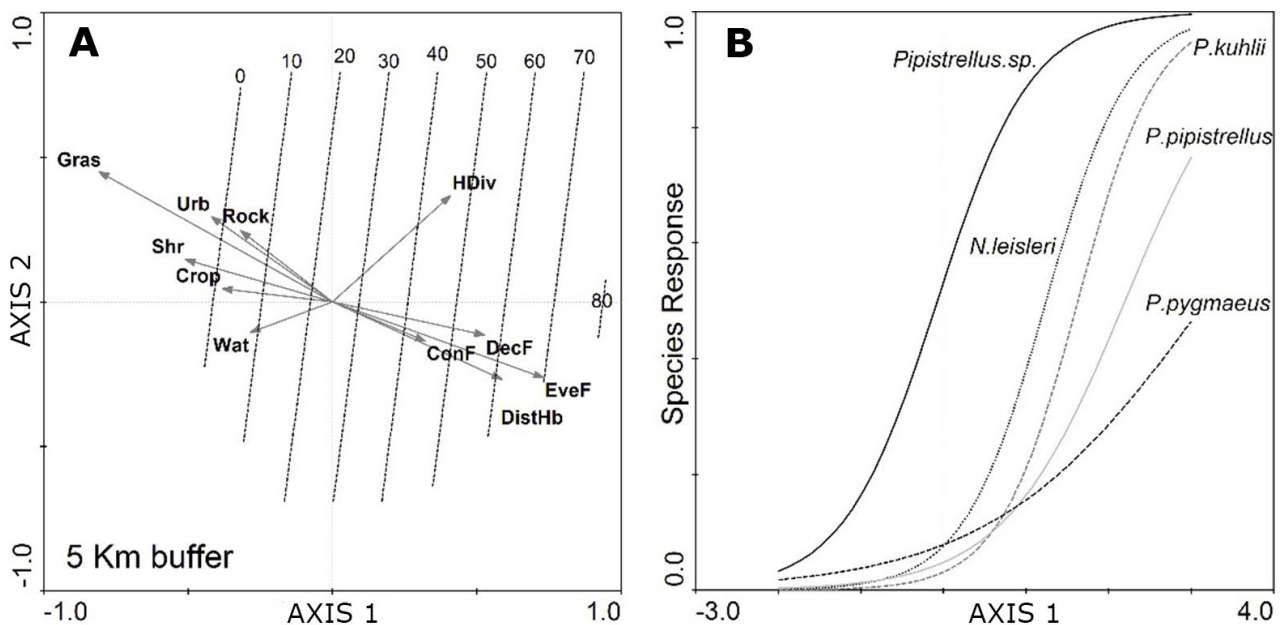


Fig. 3 - A) Probabilidad de ocupación de las cajas refugio (líneas verticales) en relación a un conjunto de variables ambientales y de cobertura de hábitats medidas en un buffer de 5 km alrededor de cada estación de cajas, modelado mediante un análisis de redundancia (RDA). **B)** Probabilidad de ocupación de las cajas refugio por especie en relación al primer gradiente de características ambientales extraído del análisis RDA previo. Abreviaciones de las variables: Grassland cover (Gras), Habitat diversity (HDiv), Rocky cover (Rock), Distance to human settlements (DisHb), Coniferous forest cover (ConF), Evergreen forest cover (EveF), Deciduous forest cover (DecF), Shrubland cover (Shr), Crop cover (Crop), Urban cover (Urb) and Water bodies cover (Wat).

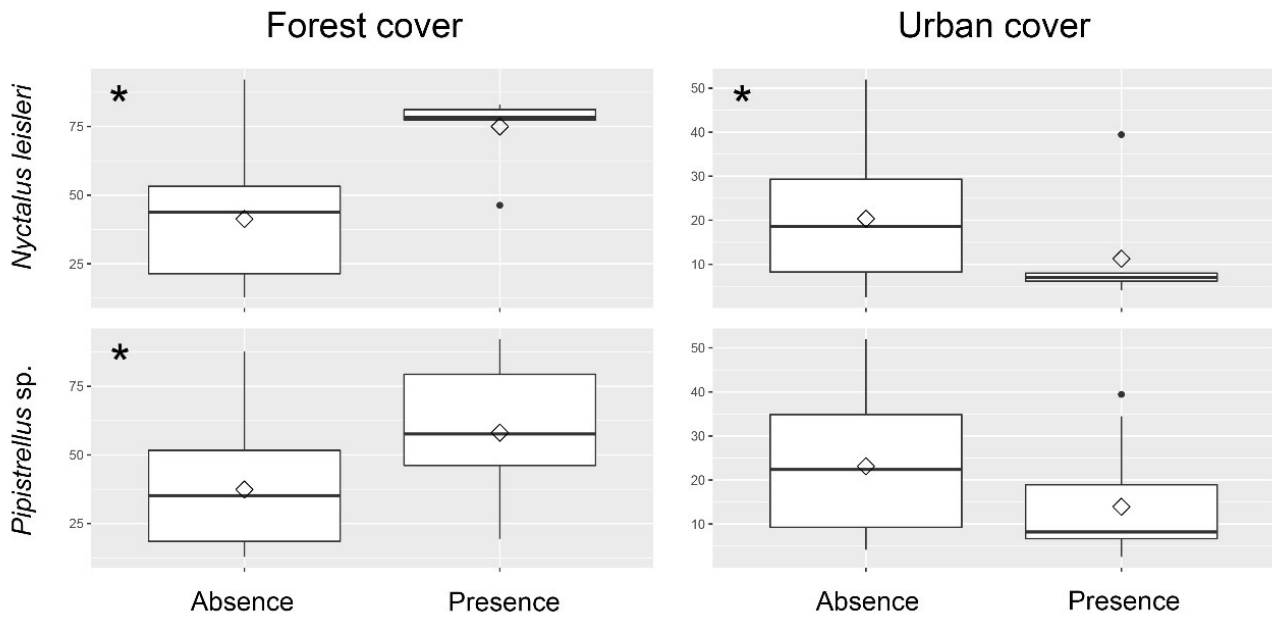


Fig. 4 - Proporción de cobertura urbana y forestal en estaciones de cajas refugio con presencia y ausencia de *Nyctalus leisleri* y *Pipistrellus* sp. * indica que hay diferencias significativas entre categorías (modelo lineal generalizado ajustado a distribución logística).

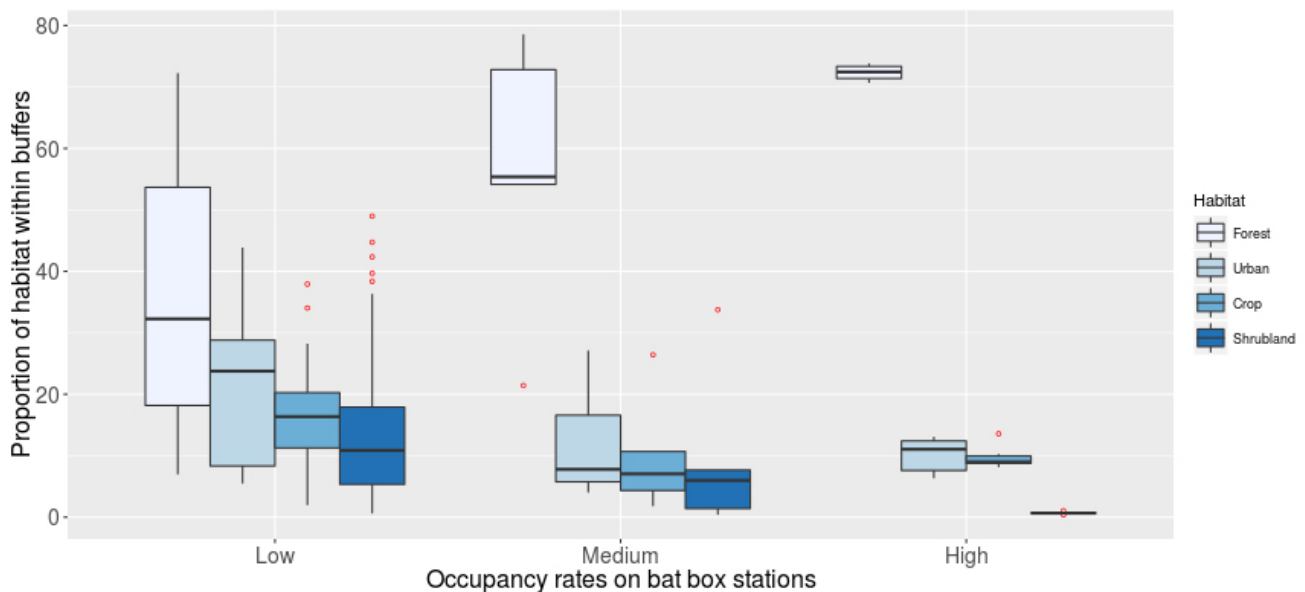


Fig. 5 - Proporción de los cuatro hábitats principales en estaciones con ocupación por murciélagos baja, media y alta. La línea indica la media, los límites de la caja los cuartiles Q1 y Q3 y las barras verticales la desviación estándar.

REFERENCIAS

BOUGHEY, K.L., LAKE, I.R., HAYSOM, K.A., DOLMAN, P.M. (2011). Effects of landscape-scale broadleaved woodland configuration and extent on roost location for six bat species across the UK. *Biological Conservation*, 144(9): 2300–2310. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.06.008>

LÓPEZ-BAUCELLS, A., PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., FREIXAS, L., MAS, M., ARRIZABALAGA, A. & FLAQUER, C. (2017). Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. *Urban Ecosyst*, 20(1): 217-225. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0582-9>

BIDEGUREN, G. M., LÓPEZ-BAUCELLS, A., PUIG-MONTSERRAT, X., MAS, M., PORRES, X. & FLAQUER, C. (2019). Bat boxes and climate change: testing the risk of over-heating in the Mediterranean region. *Biodivers Conserv*, 28(1): 21-35. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1634-7>

EXPERIENCIA: LAGUNA DE IVARS, LLEIDA

2.12. Cajas refugio en el humedal de Ivars y Vila-sana (Lleida, Cataluña)

David Guixé ^{1,2,3}, Fermí Sort ²

¹ CTFC (Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña)

² EGRELL (Entidad de Gestión y Recuperación de los Ecosistema Leridanos)

³ Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

- **Objetivo:** ofrecer refugios para incrementar la población de murciélagos, especialmente controladores de mosquitos como el murciélago de Cabrera (Guixé & Sort 2015).
- **Hábitat:** humedal. Laguna endorreica recuperada entre cultivos de regadío. Lleida. Depresión del Urgell (parte oeste de la Depresión Central Catalana).
- **Fecha de colocación:** año 2005.
- **Número y modelos de cajas:** 25 cajas de madera (modelo Museu de Granollers-Nyctalus CTFC, Fig. 2).
- **Emplazamiento:** la mayoría de cajas están colocadas en palos de madera tratados R.T.I. (Rollizo Torneado Impregnado), entre 3 y 5 metros de altura, en grupos de 2-3 cajas de varios modelos y en diferente orientación, algunas en chopos y en paredes de adobe de pequeñas construcciones agrícolas (Fig. 1 y 2).
- **Promotor:** Consorci de l'Estany d'Ivars i Vila-sana.
- **Ocupación:** la revisión se ha realizado accediendo con escalera a los refugios y abriéndolos. Aunque se han encontrado cajas ocupadas durante verano y otoño, la mayor ocupación se produce en septiembre y octubre.

Las especies encontradas en cajas siempre han sido murciélagos de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) y puntualmente algunos murciélagos de borde claro (*Pipistrellus kuhlii*). En otoño, los machos son más territoriales, se distribuyen por las cajas y forman harenes.

El murciélago de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) es una de las especies más abundante en la



Fig. 1 - Cajas refugio en Ivars. Fotografía: Fermí Sort.

zona lagunar (Guixé & Sort 2015), como lo es en humedales (Puig-Montserrat et al. 2015). A lo largo de los años después del llenado de la laguna se ha visto un lento incremento de la ocupación de las cajas (Fig. 3). Hay algunos posibles factores que parece que lo están ralentizando como la abundancia de refugios adecuados en edificaciones cercanas, la ocupación de las cajas por avispas y el problema del confort térmico en algunos veranos. No obstante, se observa una tendencia clara a que los murciélagos utilicen más las cajas refugio, pasando del 3,13% de ocupación en 2006 (2 cajas ocupadas en octubre del segundo año) al 15,22% de ocupación a finales de 2007 y hasta el 35% en 2013 (Fig. 3). En 2008 ya se encontraron 3 harenes de murciélago de Cabrera. El mayor harén observado ha sido de un macho con 7 hembras.

Se ha observado una alta fidelidad en las cajas, ya que una vez que las comienzan a utilizar las ocupan año tras año, ya sea la misma caja o cajas cercanas. Por otra parte, cabe destacar la alta tasa de



Fig. 2 - Instalación de cajas refugio especiales para murciélagos alrededor de la laguna. Las superiores son del modelo Museu de Granollers modificadas con dos separadores internos y la de abajo es el modelo *Nyctalus* CTFC 2006 con un separador lateral interno. Fotografía: David Guixé, Fermí Sort.

ocupación por parte de ocupantes secundarios, cercana al 64,13% en 2007, por diferentes tipos de invertebrados (tijeretas, arañas, lepidópteros, etc.). También se ha visto un fuerte incremento en las colonias de avispas, pasando de un 3,13% el 2006 al 38,75% en 2008 y al 60% de las cajas en 2013 (Fig. 3 y 4). De hecho, las avispas ocasionan un grave problema, ya que ocupan todo el interior de las cajas, impidiendo la ocupación por parte de los murciélagos aparte del riesgo personal cuando se revisan, más si se realiza en verano y con temperaturas elevadas. Cabe destacar que se ha encontrado en una misma caja algún ejemplar de murciélago enano y diferentes enjambres pequeños de avispas.

Otra consideración a tener en cuenta es la conservación de las cajas refugio a lo largo del tiempo en zonas expuestas a un fuerte contraste térmico como es el caso de la laguna de Ivars, y uno de los posibles problemas, sería el sobrecalentamiento en verano para los murciélagos. Se tendría que instalar un techo encima de las cajas o en árboles a media sombra. Se ha observado que con el paso del tiempo muchas cajas refugio no ajustan bien y dejan pasar la luz del sol y el viento, lo que puede ser un

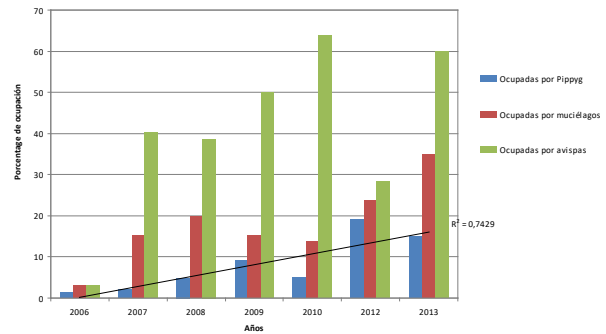


Fig. 3 - Evolución del porcentaje de ocupación de las cajas por murciélagos, murciélagos de Cabrera y avispas.



Fig. 4 - Avispero encontrado en el interior de las cajas refugio para murciélagos. Fotografía: David Guixé.

factor que influya también en una baja ocupación a largo plazo. Por ello para la construcción de las cajas refugio se aconseja siempre utilizar buena madera, gruesa, utilizar tornillos para su montaje y nunca solo con clavos; se debe ajustar bien y durante las revisiones de las cajas refugio llevar siempre consigo herramientas para repararlas y mejorarlas para que cierren bien.

REFERENCIAS

- GUIXÉ, D. & SORT, F. (2015). Seguiments i estudis de la comunitat de mamífers a l'Estany d'Ivars i Vila-Sana. *Revista Mascançà. Anuari* 6: 181-196.
- PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., LÓPEZ-BAUCELLS, A., GUERRIERI, E., MONTI, M. M., RÀFOLS-GARCÍA, R., FERRER, X., GISBERT, D. & FLAQUER, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*, 80: 237-245. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.008>

EXPERIENCIA: HÁBITATS FORESTALES DE CATALUÑA

2.13. Cajas refugio para murciélagos forestales. Proyecto Biosilva (Cataluña)

Jordi Camprodon^{1,2}, David Guixé^{1,2}

¹ CTFC (Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña)

² Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

- **Objetivos:** a) evaluar el efecto de la instalación de refugios artificiales sobre los murciélagos en distintas estructuras forestales con mayor y menor disponibilidad de cavidades naturales; b) evaluar la efectividad de las cajas refugio en distintas estructuras de bosque condicionadas por la gestión forestal.
- **Hábitat:** hayedos, robledales y pinares de pino laricio y de pino negro de los Sistemas Prelitoral y Transversal, Prepireneos y Pirineos catalanes.
- **Fecha de colocación:** años 2005-2009.
- **Número y modelos de cajas:** 466 cajas de madera (280 del modelo Nyc06-CTFC en hayedos, 75 en robledales, 22 en pino laricio y 35 en pino negro; y 40 del modelo Certhia-CTFC) y 14 de cemento-madera de la casa Schwegler (11 del modelo 2FN y 3 del 2F de doble pared).
- **Emplazamiento:** todas las cajas se encuentran en árboles, preferentemente en hayedos (2005), robledales (2007) y pinares de pino negro (2007) y de pino laricio (2009). Las cajas Nyc06 se emplazaban entre 3 y 5 m de altura, formando grupos de tres cajas separadas entre ellas unos 10-25 metros, complementadas por cajas Certhia (colgadas previamente para aves) y cajas de cemento en rodales con presencia de nóctulo grande. Se repartían equitativamente entre diferentes rodales del bosque atendiendo a su grado de madurez (Fig. 8), emplazadas en lindares de caminos forestales o pequeños claros de bosque. Las cajas se colgaban con un gancho de acero en una rama, adosadas al tronco. Se inspeccionan descolgándolas mediante una pértiga desmontable de acero (Fig. 5), lo cual reduce considerablemente el esfuerzo de revisión (Camprodon & Guixé 2013). Sin embargo, las cajas 2FN/FN son demasiado pesadas para descolgarlas con facilidad a partir de los 4 m de altura y se recomienda su revisión mediante escalera. A partir de 2016 se ha reforzado el número de cajas para



Fig. 1 - Caja de madera modelo Nyc06-CTFC. Fotografía: J.Camprodon.

nóctulo grande y se van reemplazando las cajas Nyc06 estropeadas por cajas de cemento Schwegler 2FN (Guixé & Camprodon 2018).

- **Promotor:** Generalitat de Cataluña.
- **Modelos de cajas:**
 1. Modelo Nyc06-CTFC. Construida con madera de pino, dispone de una ranura inferior de 1,8 cm por donde acceden los individuos y una puerta lateral de control. La cámara interior es de unos 25 cm de alto por 14 cm de ancho (Fig. 1 y 3). Embadurnadas con aceite de linaza para protegerlas de la intemperie. Al cabo de 10 años la mayor parte de las cajas seguían funcionales, en buen estado, aunque debe hacerse alguna labor mínima de mantenimiento.
 2. Modelo Certhia-CTFC. Pequeña, triangular y diseñada inicialmente para páridos y agateadores, pero con buena ocupación por parte de quirópteros. Construida con madera de pino embadurnada por fuera con aceite de linaza. La cámara interior es de unos 26 cm de alto por 11x8 cm de ancho en la parte superior, que se estrecha hasta 1x8 cm en la base. Dispone de un pequeño orificio de entrada (unos 2,5x2,5 cm) en



Fig. 2 - Caja de madera modelo Certhia-CTFC. Fotografía: J.Camprodon.



Fig. 3 - Harén de nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*) dentro de caja Nyc06, en la posición más habitual, en el ángulo entre las dos paredes laterales y el tejado. Fotografía: Xavier Florensa.



Fig. 4 - Harén de nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*) dentro de caja Schwegler 2FN, en la posición más habitual, en el extremo superior de la caja. Fotografía: Xavier Florensa.



Fig.5 - Revisión de caja Nyc06-CTFC de madera mediante pértiga (derecha) y de una Schwegler 2FN mediante escalera (izquierda). Como se muestra en la imagen, se coloca una tela cerrando la salida de los murciélagos al resituar la caja tras la manipulación los individuos. La tela se retira a los pocos minutos. En la caja 2FN se ha instalado un registrador de datos para monitorizar su ocupación por parte de nóctulos marcados con microchip. Fotos: Sergio López-Natura Montfred y Jordi Camprodon.

la esquina superior de un lateral y tapa elevable con bisagra para su revisión (Fig. 2).

3. Modelo 2FN/FN-Schwegler. Algunas de estas cajas se han monitorizado mediante *data loggers* (Fig. 5).

- **Ocupación por especies:** en el conjunto de bosques se han detectado un total de 7 especies de murciélagos ocupando cajas refugio. La especie más frecuente es el nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*), con el 80,5 % de los ejemplares encontrados (Fig. 3). Especies con baja tasa de ocupación son el murciélago de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) con el 13 % y el nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) con el 5 % (Tabla 1 y Fig. 4). Otras especies sólo ocupan las cajas de forma muy ocasional: el murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*), el murciélago de borde claro (*Pipistrellus kuhlii*), el murciélago de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) y el orejudo dorado (*Plecotus auritus*).

Tabla 1 - Ocupación de cajas durante 10 años de estudio en Cataluña. *Total individuos encontrados en 1.231 cajas revisadas a lo largo de 10 años.

| Especie | Nº Individuos | % |
|----------------------------------|---------------|------|
| <i>Nyctalus leisleri</i> | 847 | 80,8 |
| <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | 131 | 12,5 |
| <i>Nyctalus lasiopterus</i> | 48 | 4,6 |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 9 | 0,9 |
| <i>Pipistrellus kuhlii</i> | 9 | 0,9 |
| <i>Pipistrellus nathusii</i> | 2 | 0,2 |
| <i>Plecotus auritus</i> | 2 | 0,2 |

- **Ocupación por modelo de caja:** el modelo Nyc06-CTFC es bien aceptado por los nótulos pequeños. Su amplia cámara facilita la formación de harenes y su control por la puerta lateral sin perturbar a los murciélagos. Sin embargo, su ranura estrecha (para evitar la ocupación por aves y lirones) no es adecuada para el nótulo grande. Probablemente la ancha cámara no es del agrado de murciélagos de pequeño tamaño.

El modelo *Certhia*-CTFC es bien aceptado por los nótulos pequeños, aunque tienden a formar harenes menores, debido a su menor espacio. Los murciélagos de Cabrera prefieren claramente este modelo. Al ser diseñado inicialmente para pequeñas aves, en verano se ocupan básicamente por herrerillos y agateadores comunes, dejando libres las cajas a lo largo de junio para los quirópteros.

Las cajas 2FN/FN son las más utilizadas por los dos nótulos, ocasionalmente por murciélagos más pequeños. En ellas se han hallado grupos o individuos solitarios hibernando, lo cual sucede raramente con las cajas de madera.

- **Estacionalidad de la ocupación de los refugios:** la ocupación por murciélagos muestra una tendencia en aumento año tras año, no sin oscilaciones interanuales, hasta llegar al 45% de ocupación en 2015. A los dos años de su instalación se alcanzan valores cercanos a la media de ocupación de los años posteriores (Fig. 6).

En el nótulo pequeño, el promedio de ocupación en 10 años de seguimiento ha sido del 8,4 % en verano y 16,8 % en otoño en cajas modelo Nyc06-CTFC. Aunque la tasa ha sido muy irregular entre los años, con una gran disminución en 2010 (Fig. 7), se observa un incremento en la ocupación de las cajas a lo largo del tiempo. En verano las cajas son ocupadas solo por machos normalmente solitarios. Rara vez por dos machos juntos. La ocupación de media es siempre más baja que en otoño, del 36,9 % de promedio en 10 años de seguimiento. Los harenes encontrados son de 3,9 hembras de media, con un máximo de 11 hembras y una ocupación media de las cajas del 6,3%, con un máximo del 28% en 2012. Se han hallado ejemplares ocupando algunas cajas de madera en invierno, pero lo habitual es que las abandonen por su escaso confort térmico. La hibernación es superior en las cajas de cemento. Resulta interesante observar la ocupación de cajas por nótulos pequeños y grandes con temperaturas controladas en el interior de la caja 2FN cercanas a 0°C.

- **Ocupación por tipo de bosques:** hasta el momento los hayedos y robledales han obtenido los mejores resultados. La ocupación más rápida se ha dado en robledales jóvenes con una ocupación del 32,8% a los dos años de ser colgadas las cajas. En los

pinares de pino negro casi no ha habido ocupación: únicamente se han detectado excrementos de *Pipistrellus* sp. en alguna caja. Estos resultados en pinares subalpinos se atribuyen a las duras condiciones climáticas, con temperaturas que disminuyen rápidamente en las primeras horas de la noche, por debajo de los 10° C. En estos pinares la actividad de murciélagos, determinada mediante ecolocación, es relativamente escasa.

A lo largo de un gradiente de madurez del bosque condicionado por la gestión, se observa una ocupación de cajas significativamente mayor

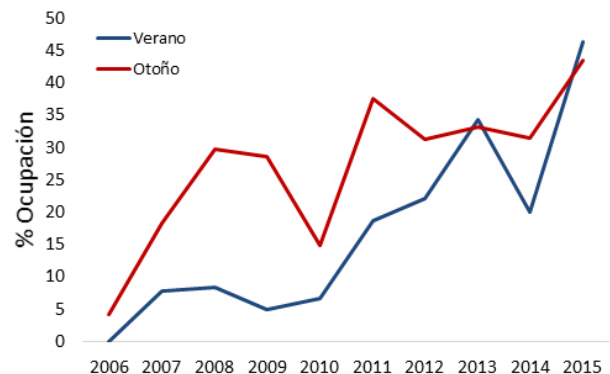


Fig. 6 - Porcentaje de ocupación de cajas por murciélagos por temporada y año.

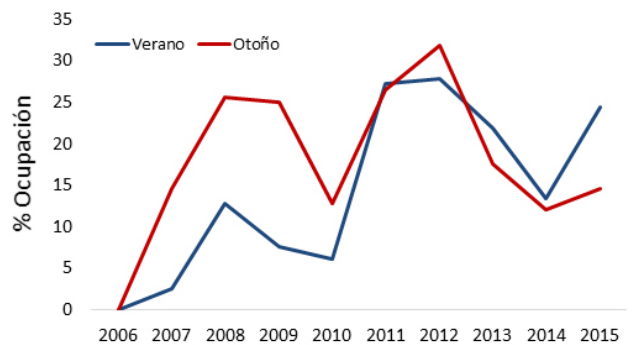


Fig. 7 - Porcentaje de ocupación de cajas en hayedo por nótulo pequeño (*Nyctalus leisleri*) por temporada y año.

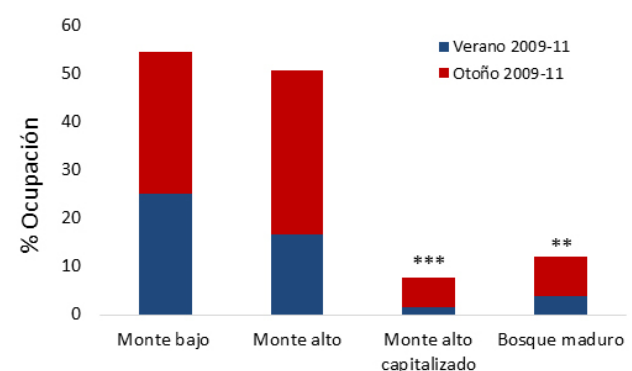


Fig. 8 - Ocupación de cajas refugio en verano y otoño de 2009-2011 en distintas estructuras de hayedo en el noreste de Cataluña. Se muestra la significación estadística: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

en los hayedos gestionados como monte bajo con respecto al monte alto con árboles gruesos abundantes y a los hayedos maduros. Este gradiente de ocupación probablemente está relacionado con la disponibilidad de cavidades naturales, que aumenta conforme el hayedo está más capitalizado, es decir, con árboles de mayor tamaño y con árboles de mayor edad, decrépitos y muertos en pie (Fig. 8).

- **Ocupantes oportunistas:** la mayoría de cajas de murciélagos son ocupadas por invertebrados. Los más comunes son los arácnidos (representan el 49,5 % de las cajas con presencia de invertebrados), seguidos de los lepidópteros nocturnos (25,1 %, casi en exclusiva por *Lymantria dispar*), gasterópodos (caracoles y babosas, 6,0 %), isópodos (cochinillas de humedad, 5,4 %), himenópteros (abejas, avispas y hormigas, con el 5,1 % de las cajas ocupadas, Fig. 12) y una amplia variedad, menos representada, que incluye diplópodos, tisanópteros, dermápteros, coleópteros, hemípteros y dípteros (8,9 % restante de cajas ocupadas por invertebrados). Los murciélagos pueden compartir caja con los invertebrados, a menos que sean nidos o concentraciones de himenópteros o dermápteros. En las cajas repletas de telarañas tampoco se han encontrado quirópteros.

Se ha observado cierta ocupación de cajas exclusivas para murciélagos por parte de aves, con el fin de anidar o dormir (2,4 % del total de revisiones, especialmente carbonero común y herrerillo común). Sus nidos suelen taponar las entradas de las cajas, inutilizándolas para los murciélagos (Fig. 9); por ello, se precisa una limpieza periódica, especialmente en el mes de junio-julio, cuando han terminado la cría. Puede evitarse la ocupación con ranuras de entrada inferiores a 1,8 cm. La colocación de unas pequeñas tablas en el interior de las cajas 2FN, reduciendo la boca de la entrada, dificulta el acceso de las aves y disminuye drásticamente el número de nidos encontrados. También se puede utilizar micro cemento de escalada.

Los roedores ocupan con poca frecuencia las cajas (1 % de las revisiones, especialmente lirón gris, excepcionalmente ratón de campo o lirón careto, Fig. 10) y muy ocasionalmente los reptiles (salamanquesas y lagartijas, 0,2 %, Fig. 11). El lirón gris, que puede ser abundante en los hayedos, llega a roer las ranuras de las cajas de madera para penetrar y criar en ellas. Para evitarlo, puede colocarse una placa metálica a lo largo de la ranura, con una apertura inferior a los 2 cm de ancho.

El pico picapinos puede agujerar las cajas de madera para depredarlas o dormir en ellas. Es un comportamiento que siguen algunos individuos y cuando lo aprenden pueden llegar a agujerar la mayor parte de cajas de un rodal. En tal caso, pueden reforzarse con placas metálicas o sustituirlas



Fig. 9 - Caja 2FN taponada por un nido de paseriforme. Fotografía: D. Guixé.



Fig. 10 - Caja de madera Nyc06 ocupada por lirón. Fotografía: D. Guixé.



Fig. 11 - Caja 2FN ocupada por una salamanesca. Fotografía: D. Guixé.



Fig. 12 - Caja de madera Nyc06 ocupada por un enjambre de abejas. Fotografía: J. Camprodon.

por cajas de cemento. No se ha observado la depredación de murciélagos por parte de culebras lo cual, sí se ha dado en alguna ocasión, en cajas de párido instaladas en las mismas localidades que las cajas para quirópteros.

REFERENCIAS

- CAMPRODON, J. & GUIXÉ, D. (2009, Noviembre 20-21). La comunitat de ratpenats a les fagedes del Montseny en comparació amb les fagedes del nord-est de Catalunya i en relació amb la gestió forestal. VII Trobada d'Estudiosos del Montseny. Museu de Granollers.
- CAMPRODON, J & GUIXÉ, D. (2013). Estado poblacional, selección de refugios y ecología espacial de las poblaciones de nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) y nóctulo mediano (*Nyctalus noctula*) en Cataluña. *Barbastella*, 6 (1): 51-59.
- GUIXÉ, D. & CAMPRODON, J. (2009). Los quirópteros en Cataluña: nuevas aportaciones a su ecología y conservación. *Rural & Forest*, 10: 2-19.
- GUIXÉ, D. & CAMPRODON, J. (2018). Conservación de quirópteros amenazados y gestión forestal en los Pirineos. Fundación Biodiversidad. Inédito.

EXPERIENCIA: ARROZALES DE ARGUEDAS, NAVARRA

2.14. Cajas refugio de madera en arrozales de Arguedas (Navarra)

Juan Tomás Alcalde^{1,*}, Iñaki Martínez¹, Fermín Amadoz, Javier Dachari, Winfried Walter

¹Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

*Corresponding author: jtcalde@gmail.com

- **Objetivo:** reducir la población de mosquitos del lugar y las molestias que causan a la población vecina.
- **Hábitat:** cultivos de arrozales en una zona de clima mediterráneo, carente de refugios naturales y cercana al río Ebro. Lugar con abundancia de mosquitos y otros insectos debido a los arrozales y al río.
- **Fecha de colocación:** abril de 2014.
- **Número y modelos de cajas:** 18 cajas artesanales de madera de acacia, de 2 cm de grosor; 14 de una sola cámara (Fig. 1) y 4 de dos cámaras comunicadas.
- **Emplazamiento:** las cajas se colocaron en postes de una antigua línea de teléfonos (14) y en fresnos (2), álamos (1) y olmos (1). Las cajas se encuentran a 4-6 m de altura.
- **Promotor:** ayuntamiento de Arguedas.
- **Ocupación:** Las cajas no se pueden abrir, pero es posible inspeccionar su interior desde el suelo, utilizando una linterna. Cuando se han observado agrupaciones, estas se han censado al anochecer mediante observación directa o grabación de vídeo con luz infrarroja y detector de ultrasonidos, contando los ejemplares que salen de cada caja.

En 2014 se revisaron todas las cajas mensualmente. Se encontró una ocupación progresiva de los refugios por murciélagos de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) con un máximo de 17 cajas habitadas (94 %) en septiembre por un total de 65 ejemplares (Fig. 2). En noviembre todos los murciélagos habían abandonado las cajas. Ese año no se encontraron colonias de cría.

El número de individuos presentes en las cajas ha aumentado año tras año. Las revisiones realizadas



Fig. 1 - Modelos de cajas instaladas, sencilla de una cámara (izquierda) y doble de dos cámaras (derecha)

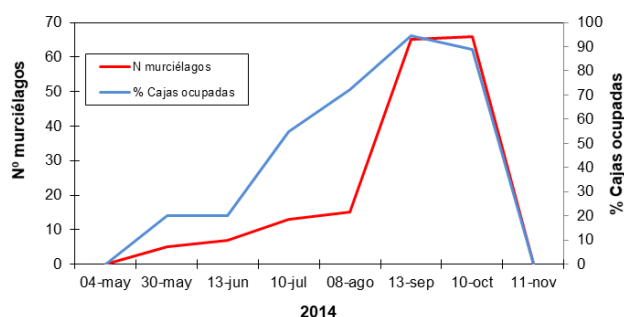


Fig. 2 - Ocupación de las cajas y número de murciélagos presentes mensualmente en el primer año de colocación (2014).

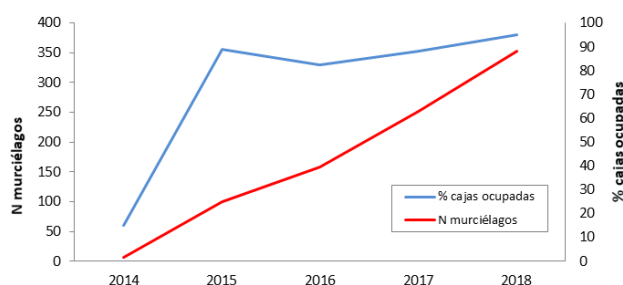


Fig. 3 - Número de murciélagos de Cabrera adultos hallados cada año y porcentaje de cajas ocupadas, a mediados de junio.

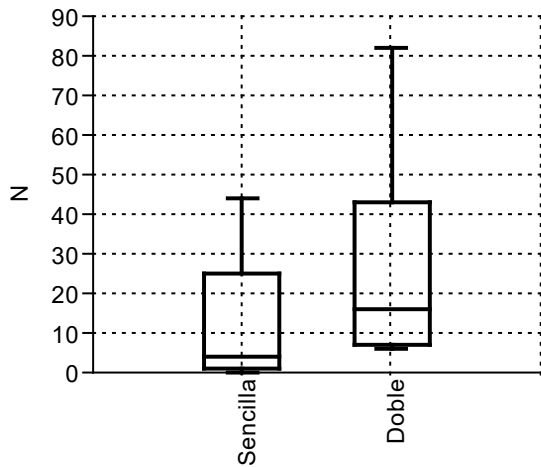


Fig. 4 - Numero de murciélagos encontrados en los dos modelos de cajas en el período 2016-2018 (mediana en el centro, caja con los cuartiles 1 y 3).

a mediados de junio de los últimos cinco años (2014-2018) han dado resultados cada vez más positivos (Fig. 3). En los cuatro últimos años se han encontrado agrupaciones de entre 11 y 82 individuos adultos y en todos ellos se han observado colonias reproductoras. Las cajas dobles contienen generalmente más murciélagos que las sencillas (Fig. 4 y 5).



Fig. 5 - Colonia de murciélagos de Cabrera en una de las cajas de doble cámara.

EXPERIENCIA: PARQUES URBANOS DE PAMPLONA, NAVARRA

2.15. Cajas refugio para nictúlos medianos en parques urbanos de Pamplona (Navarra)

Juan Tomás Alcalde^{1,*}, Iñaki Martínez¹

¹Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

*Corresponding author: jtcalde@gmail.com

- **Objetivo:** ofrecer refugios a una colonia de nictúlos medianos para compensar la pérdida de huecos naturales debida a la tala de árboles viejos en parques de la ciudad (Alcalde 1999).
- **Hábitat:** parques urbanos, situados preferentemente a orillas de los ríos Arga y Sadar, en el entorno de la ciudad.
- **Fecha de colocación:** año 2000.
- **Número y modelos de cajas:** 75 cajas comerciales de cemento-madera (marca Schwegler) de los modelos 2FN (56), 2F de doble frontal (10), 1FF (4) y 1FW (5).
- **Emplazamiento:** todas las cajas se encuentran en árboles, preferentemente plátanos, fresnos y arces. Las cajas se encuentran a 4-6 m de altura, en parques abiertos.
- **Promotor:** Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra.
- **Ocupación:** Se han realizado diversas revisiones cada 2-3 años, que en ocasiones han incluido tan sólo una parte de las cajas. La revisión se ha realizado accediendo a los refugios y abriéndolos. Aunque se han encontrado cajas ocupadas durante todo el año, la mayor ocupación se produce en septiembre y octubre, cuando se ocupa entre el 36 y el 55 % (Alcalde 2008 y datos posteriores).

Las especies encontradas son nictúlos medianos (*Nyctalus noctula*), nictúlos pequeños (*Nyctalus leisleri*), murciélagos de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) y murciélagos enanos (*Pipistrellus pipistrellus*). En el período 2017-2018, los nictúlos medianos utilizaron casi exclusivamente las cajas 2FN, los nictúlos pequeños usaron principalmente las cajas 2F de doble frontal y los murciélagos de

Cabrera ocuparon las 2F doble frontal y las 2FN (Fig. 1). Los murciélagos enanos se encontraron únicamente en una caja del modelo 2FN. Las cajas de hibernación (1FW) no fueron ocupadas en estos años, aunque previamente, en tres inviernos se comprobó la presencia de grupos de nictúlos medianos hibernando en este modelo.

En otoño, los machos de nictúlos, territoriales, se distribuyen por las cajas y tratan de atraer a hembras formando harenes (entre 1 y 6 hembras) (Fig. 3). El número de nictúlos medianos observados cada año es muy variable (entre 11 y 90 individuos), dependiendo no sólo del número de cajas revisadas, sino también del año considerado y las fechas de revisión.

El marcaje de algunos ejemplares con microchips ha permitido conocer la ocupación de las cajas durante todo el año y la sex-ratio de los ejemplares presentes en ellas, observándose que las hembras están ausentes o son muy escasas entre mayo y agosto (Fig. 2).

Los nictúlos medianos ocupan únicamente las cajas que se encuentran en parques que previamente

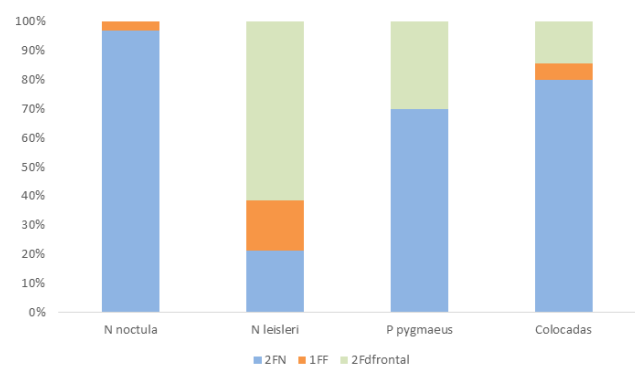


Fig. 1 - Ocupación de los diferentes modelos de cajas por cada especie. Se indica también el porcentaje de cajas colocadas de cada modelo.

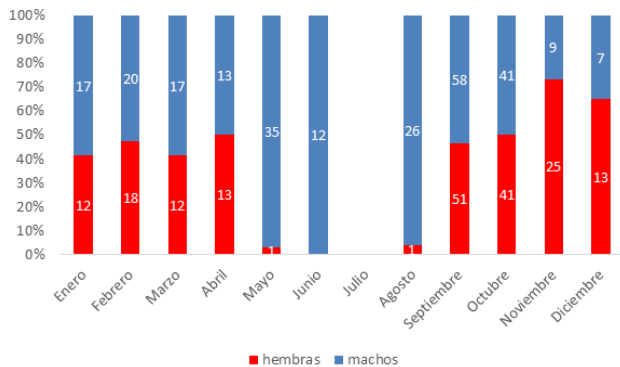


Fig. 2 - Porcentaje de machos y hembras de n \acute{o} ctulos medianos por meses. Datos acumulados de 2009 y 2010 (en julio no se han encontrado ejemplares). Se indica adem \acute{a} s el n \acute{u} mero de observaciones por mes.



Fig. 3 - Grupo de n \acute{o} ctulos medianos en una caja 2FN.



Fig. 4 - Caja de hibernaci \acute{o} n ocupada por un enjambre de abejas.



Fig. 5 - Caja 2FN taponada por un nido de passeriforme.

contienen \acute{a} rboles con huecos. En tres parques que tienen cajas y en los que se han talado todos o casi todos los \acute{a} rboles refugio y las cajas han dejado de ser ocupadas, es decir, las cajas constituyen un refugio suplementario a las oquedades de \acute{a} rboles, pero no pueden sustituir completamente a estas \acute{u} ltimas.

Al margen de la ocupaci \acute{o} n, se han observado algunos casos de vandalismo (9 cajas rotas o desaparecidas en 15 a \acute{n} os), un enjambre de abejas en una caja de hibernaci \acute{o} n (1FW) (Fig. 4) y frecuentes nidos de aves en las cajas 2FN y las 1FW. Estos nidos, de gorriones, carboneros y herrerillos principalmente, suelen taponar las entradas de las cajas, inutiliz \acute{a} ndolas (Fig. 5); por ello, se precisa una limpieza peri \acute{o} dica. La colocaci \acute{o} n de unas peque \acute{n} as tablas en el interior de las cajas 2FN, reduciendo la boca de la entrada, dificulta el acceso de las aves y disminuye dr \acute{a} sticamente el n \acute{u} mero de nidos encontrados.

REFERENCIAS

- ALCALDE, J. T. (1999). New ecological data on the noctule bat (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774) (Chiroptera, Vespertilionidae) in two towns of Spain. *Mammalia*, 63(3): 273-280. <https://doi.org/10.1515/mamm.1999.63.3.273>
- ALCALDE, J. T. (2008). El n \acute{o} ctulo mediano en Pamplona. Biodiversidad Urbana de Pamplona. Ayuntamiento de Pamplona, Pamplona, 50 pp.

EXPERIENCIA: PUENTES DE RÍOS ARGÁ Y ERRO, NAVARRA

2.16. Eficacia de cajas refugio en puentes restaurados de los ríos Arga y Erro (Navarra)

Juan Tomás Alcalde^{1,*}, Joxe Belaskoain²

¹Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

² Guarderío Forestal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra

* Corresponding author: jtcalde@gmail.com

- **Objetivo:** proporcionar refugios alternativos para murciélagos fisurícolas en dos puentes que han sido restaurados, tapándose las grietas existentes.
- **Hábitat:** ambos son puentes de piedra cercanos a localidades y rodeados de campos de cultivo, pero con bosques de ribera relativamente bien conservados con alisos, sauces, chopos o álamos. El puente de Urroz-Villa se encuentra en la ZEC “Sistema fluvial de los ríos Irati, Urrobi y Erro”.
- **Fecha de colocación:** 2017.
- **Número y modelos de cajas:** en Miranda de Arga se colocaron 8 bovedillas de hormigón (64 x 8 x 20 cm); en Urroz-Villa 4 cajas de cemento madera, modelo 1GS de Schwegler. Los dos modelos de cajas proporcionan grietas verticales de aproximadamente 3-5 cm de grosor y entre 8-25 cm de longitud.
- **Emplazamiento:** en Miranda de Arga las cajas se han sujetado en las paredes laterales del puente (4 en cada cara) mediante abrazaderas metálicas, a 6 m de altura (Fig. 1). En Urroz-Villa se han fijado al techo de los ojos del puente mediante tirafondos; se ha colocado una caja en cada ojo del puente, a 4 m de altura.
- **Promotor:** Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente.
- **Ocupación:** ninguno de los dos modelos de cajas se puede abrir, pero ambos pueden ser revisados desde el suelo utilizando una linterna. Al ser grietas verticales, el guano cae al suelo y las cajas no requieren mantenimiento.

En el puente de Miranda de Arga, sólo es posible revisar 2 de las 8 cajas colocadas, debido a la profundidad y la fuerte corriente del río a su paso bajo el puente. En junio de 2018 se revisaron las dos cajas y se observó un murciélago ratonero ribereño (*Myotis daubentonii*) en una de ellas (Fig. 2).



Fig. 1 - Bovedilla colocada en el puente de Miranda de Arga.



Fig. 2 - Murciélago ratonero ribereño en una bovedilla de hormigón.



Fig. 3 - Caja 1GS colocada en un ojo del puente de Urroz-Villa.



Fig. 4 - Grupo de murciélagos ratoneros ribereños en una caja GS. En la parte superior se aprecia un ejemplar de *Pipistrellus sp.*



Fig. 5 - Caja 1GS con un murciélago ratonero grande (izquierda) y un murciélago ratonero ribereño (derecha).

El puente de Urroz-Villa fue inspeccionado antes de la restauración. Se observó la presencia de murciélagos ratoneros ribereños y murciélagos ratoneros grandes (*Myotis myotis*) en algunas grietas. En las grietas ocupadas, se colocaron recortes de plástico que permitían salir a los murciélagos pero no volver a entrar. Tras la salida de los ejemplares de las grietas, estas fueron selladas y posteriormente se colocaron 4 cajas 1GS. En un primer momento, el personal encargado de la restauración colocó estas cajas con los huecos en posición horizontal, por lo que fue preciso acceder de nuevo a las cajas para instalarlas correctamente, con los huecos en posición vertical y hacia abajo (Fig. 3).

Las 4 cajas de Urroz-Villa se revisaron en junio de 2018 y se encontraron tres de ellas ocupadas por un total de 15 murciélagos ratoneros ribereños, 2 murciélagos ratoneros grandes y 1 *Pipistrellus sp.* Todos se encontraban aislados salvo un grupo de 14 murciélagos ratoneros ribereños (Fig. 4 y 5).

Los dos modelos de cajas son eficaces para murciélagos ratoneros ribereños, y la caja 1GS es también ocupada por murciélagos ratoneros grandes y ejemplares de *Pipistrellus sp.* Por ello se prevé la colocación de más cajas de estos modelos en otros puentes que van a ser restaurados en los próximos años. Las bovedillas son considerablemente más baratas aunque no disponen de sistema de fijación al puente, por lo que requieren la compra de fijaciones hechas *ex profeso* para este modelo de caja.

EXPERIENCIA: RIBERAS DE LOS RÍOS ARGA Y ARAGÓN, EN NAVARRA

2.17. Cajas refugio en tramos bajos de los ríos Arga y Aragón (Navarra)

Juan Tomás Alcalde^{1,*}, Alberto Artázcoz¹

¹Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

* Corresponding author: jtcalde@gmail.com

- **Objetivo:** proporcionar refugio a murciélagos en varias zonas húmedas en proceso de restauración, que presentan escasez de refugios potenciales.
- **Hábitat:** riberas de dos ríos caudalosos en sus cursos bajos (Arga y Aragón), con bosques lineales de chopos y álamos en áreas de cultivo intensivo. Algunas cajas se encuentran en pinares de pino carrasco y otras en plátanos, todos cercanos a los ríos mencionados. La zona se halla en el sur de Navarra, a 300 msnm aproximadamente y es de clima mediterráneo.
- **Fecha de colocación:** febrero y marzo de 2016.
- **Número y modelos de cajas:** 292 cajas de cemento madera (Schwegler) de tres modelos: uno plano (1FF: 107 cajas) y dos redondos (2FN: 103 cajas; 2F de doble frontal: 82 cajas). La mitad son blancas y la otra mitad negras.
- **Emplazamiento:** 185 cajas se colocaron en árboles y 107 en postes de chopo colocados *ex profeso*. Las cajas se encuentran a 4-6 m de altura y distribuidas en 8 zonas. Estas zonas fueron renaturalizadas para mejorar el hábitat de visones europeos, promoviendo la formación de meandros, balsas y zonas de inundación temporal.
- **Promotor:** actuación dentro del proyecto navarro LIFE+ Territorio Visión (Life09 NAT/ES/000521) financiado por la UE, y donde trabajan el Ministerio de Medio Ambiente y el Gobierno de Navarra a través de las empresas públicas GAN-NIK y TRAGSA. La colocación de las cajas se ha coordinado desde GAN-NIK.
- **Ocupación:** dos años después de su colocación, en octubre de 2018, se pudieron revisar únicamente 233 cajas. Otras 15 (5 % del total) se hallaron en el

suelo, caídas, y 44 más desaparecieron (15 %). El 80 % de las cajas caídas y el 57 % de las desaparecidas se encontraban en postes. Se observó que los postes de chopo, sin ningún tratamiento conservador, se agrietaban en la zona de inserción del clavo y ello provocaba que en numerosas ocasiones, la caja cayera al suelo. Además algunos postes se habían podrido por la base y habían caído.

Se contabilizaron 831 murciélagos pertenecientes a 4 especies, en 171 cajas (73 % de las revisadas). Además, otras 37 contenían guano, lo que supone que al menos el 89 % de las cajas albergaron murciélagos en algún momento. El más frecuente fue el murciélago de Cabrera *P. pygmaeus* (792 individuos, 95 % del total), seguido del nóctulo mediano *N. noctula* (29 ejemplares), el murciélago de Nathusius *P. nathusii* (6) y el de borde claro *P. kuhlii* (5). Los murciélagos de Cabrera se encontraron en las 8 zonas donde había cajas, mientras que las otras 3 especies concentraron todos sus ejemplares en una sola zona cada una.

Los nóctulos medianos seleccionaron las cajas 2FN (Fig. 1 y 3), aunque también ocuparon las 1FF; los de Cabrera (Fig. 1, 4 y 5) no seleccionaron un modelo concreto de caja. Los de borde claro se encontraron en una caja 2F de doble frontal, al igual que la mayoría de los de Nathusius (Fig. 1).

Las cajas blancas contenían 4,5 individuos/caja, algo más que las de color negro (4,3 i/c) pero esta diferencia no resulta significativa (U de Mann-Whitney = 532,5; p=0,924) (Tabla 1). Considerando el modelo de caja, las 2F de doble frontal (2FdF) contienen más murciélagos (5,3 i/c) que las planas 1FF (3,3 i/c) y las 2FN (2,4 i/c). Las diferencias encontradas en el número de murciélagos que ocupan los diferentes modelos de cajas son significativas entre la 2FdF y la 1FF (U de Mann-

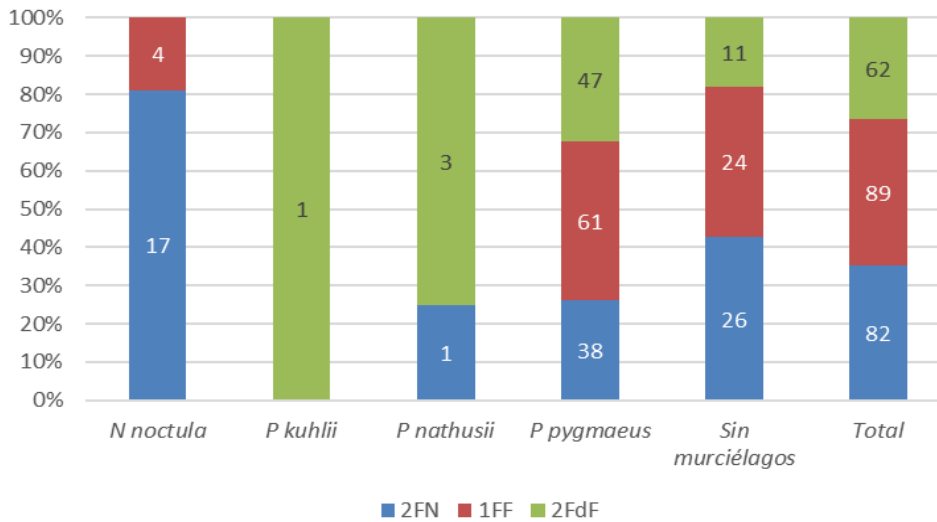


Fig. 1 - Modelos de cajas ocupadas por cada especie. Se indica el número de cajas ocupadas para cada modelo y especie.

Whitney=2138; $p=0,017$) y entre la 2FdF y la 2FN (U de Mann-Whitney=1638; $p<0,001$), pero no entre la 1FF y la 2FN (U de Mann-Whitney=3084; $p=0,097$).

Una caja negra 2F de doble frontal contenía 18 esqueletos de crías de murciélagos de Cabrera (Fig. 6). Estaba colocada en el tronco de un árbol, orientada hacia el oeste y recibía insolación durante varias horas de la tarde. Por ello se sospecha que los murciélagos pudieron morir debido a un sobrecalentamiento de la caja que provocaría el abandono del refugio por parte de las madres. La caja fue cambiada a orientación este.

Al menos 74 cajas fueron ocupadas por grupos numerosos de murciélagos, ya que contenían gran cantidad de guano (más de 1 cm de grosor en el fondo de la caja) (Fig. 5). Hay que considerar además que las cajas planas 1FF no almacenan el guano ya que no tienen fondo y por tanto las agrupaciones no dejan un rastro claro en ellas.

En definitiva, atendiendo al número de murciélagos encontrados, se observan mayores diferencias en entre los modelos de cajas que entre los colores de las mismas, siendo las 2F de doble frontal las que acumulan mayor número de ejemplares. En el momento de la revisión, las cajas blancas 2FdF y 1FF contenían en promedio, mayor número de murciélagos que sus correspondientes negras; sin embargo las 2FN blancas albergaban menor número de murciélagos que las 2FN negras (Fig. 2). La ausencia de diferencias significativas entre los colores de las cajas podría deberse a que la mayoría de estas se colocaron en troncos de árboles, por lo que durante buena parte del día no reciben insolación y por tanto el color no resulta muy relevante para muchas de ellas. También podría influir el hecho de que la revisión se realizó

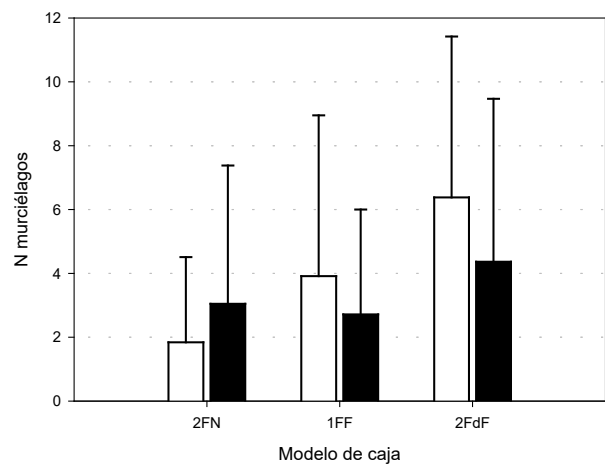


Fig. 2 - Promedio y desviación estándar del número de murciélagos encontrados en los distintos modelos y colores de cajas. El color de las barras indica el color de las cajas.



Fig. 3 - Caja con nóctulos medianos (modelo 2FN blanco).

Tabla 1. Ocupación de los diferentes modelos de cajas y promedio de murciélagos por caja.

| Modelo | N cajas | Ocupadas | N murciélagos | % ocupadas | Murc/caja |
|---------------|------------|------------|---------------|------------|-----------|
| 2FN blanca | 38 | 22 | 70 | 57,9 | 1,8 |
| 2FN negra | 44 | 34 | 134 | 77,3 | 3,0 |
| 1FF blanca | 47 | 33 | 184 | 70,2 | 3,9 |
| 1FF negra | 42 | 32 | 114 | 76,2 | 2,7 |
| 2FdF blanca | 29 | 26 | 185 | 89,7 | 6,4 |
| 2FdF negra | 33 | 24 | 144 | 72,7 | 4,4 |
| Total general | 233 | 171 | 831 | 73,4 | 3,6 |

Tabla 2 - Presencia de animales oportunistas en las cajas y su relación con la ocupación por murciélagos.

| | 2FN | 1FF | 2FDP | Total | Cajas ocupadas | % ocupación | % ocupación sin oportunistas | Diferencia (%) |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|-------------|------------------------------|----------------|
| Nido de ave | 46 | | 3 | 49 | 31 | 63 | 85 | -22 |
| Ratonera | 9 | | 3 | 12 | 4 | 33 | 85 | -52 |
| Ratones activos | 1 | | | | 0 | 0 | 85 | -85 |
| Hormiguero | 6 | 1 | 7 | 14 | 8 | 57 | 85 | -28 |
| Avispas activas | 2 | 3 | 10 | 15 | 9 | 60 | 85 | -25 |
| Avispero viejo | | 3 | 5 | 8 | 8 | 100 | 85 | +15 |
| Salamanquesa | 2 | | | | 0 | 0 | 85 | -85 |
| Total | 66 | 7 | 28 | 101 | 60 | | | |
| N cajas | 82 | 89 | 62 | 233 | | | | |
| % cajas con oportunistas | 80 | 8 | 45 | 43 | | | | |



Fig. 4 - Caja plana 1FF blanca con un grupo de murciélagos de Cabrera.



Fig. 5 - Caja blanca 2FdF con murciélagos y gran cantidad de guano.

en octubre, mes de temperaturas templadas. De hecho, la caja con 18 esqueletos de murciélagos albergaba también, en el momento de la inspección, 7 murciélagos de Cabrera en aparente buen estado de salud. En cualquier caso, este hallazgo revela el peligro que pueden entrañar las cajas negras 2FdF colocadas en zonas de mucha insolación. Al disponer de una tablilla interior de madera, este modelo de caja tiene menor ventilación con el exterior que los otros dos modelos, lo cual, probablemente, favorece su sobrecalentamiento.

- **Animales oportunistas:** se encontraron nidos de aves en 49 cajas, la mayoría de ellos en el modelo 2FN (46). De hecho, el 80 % de estas cajas contenían un nido. Todos ellos fueron retirados. También se encontraron otros oportunistas diversos como ratones, avispas, hormigas o salamanguetas. Estos animales reducen la tasa de ocupación de las cajas por murciélagos. El mayor efecto disuasorio lo producen los vertebrados como ratones o salamanguetas. Por el contrario, los avisperos abandonados parecen favorecer a los murciélagos, que se guarecen entre los paneles de los avisperos vacíos (Tabla 2).

Cabe reseñar que 45 árboles debieron ser podados al haber crecido ramas que dificultaban el acceso de los murciélagos a las cajas. Este hecho, junto con el elevado número de cajas con otros animales oportunistas, avisperos o sus nidos, así como la presencia de otras con excesivo guano obligan a realizar labores de mantenimiento al menos cada 2 años.



Fig. 6 - Caja 2FdF negra con esqueletos de crías de murciélagos de Cabrera.

EXPERIENCIA: INSUAS DO MIÑO, LUGO

2.18. Red de cajas refugio para murciélagos de las Insuas do Miño (Lugo)

Roberto J. Hermida^{1,2,*}, Manuel Arzúa¹, Francisco Conde¹, Leticia Santos¹, Francisco J. Lamas¹

¹ Morcegos de Galicia – Drosera, Poboado Magdalena, G2, 2º izq, 15320 As Pontes, A Coruña

Asociación española para la conservación y el estudio de los murciélagos (SECEMU)

*Corresponding author: info@morcegosdegalicia.org

- **Objetivo:** mejorar el conocimiento de la faunística y la ecología de los murciélagos de un bosque aluvial en regeneración.
- **Zona elegida:** Insuas do Miño, un conjunto de islas fluviales situadas en la comarca de Terra Cha, en la cuenca alta del río Miño (provincia de Lugo).
- **Hábitat:** las islas fluviales están formadas por dos brazos del río Miño que discurren de forma casi paralela durante 5 km, distanciados entre 300 y 500 metros. Se trata de terreno aluvial situado a 400 msnm, antiguamente utilizado para pastoreo, obtención de hierba seca y leña. El abandono de los usos tradicionales ha favorecido la paulatina recuperación del bosque de inundación a costa de superficie de pasto. En el año 2002 la Diputación de Lugo compró un conjunto de islas que suman 107 hectáreas de terreno aluvial para permitir la continuidad de esta dinámica de recuperación del bosque de inundación, que en la actualidad cubre la mayor parte de las islas, conviviendo con prados que se mantienen bien por pastoreo, bien por siegas estivales (Fig. 1).

El bosque de inundación está dominado por *Quercus robur* y *Alnus glutinosa*, con abundancia de *Betula alba*, *Fraxinus excelsior* y *Quercus pyrenaica*. Abundan los ejemplares muertos o en diferentes estados de decaimiento, especialmente entre las dos especies dominantes, lo que ofrece refugio abundante a especies arborícolas. Sin embargo no existen construcciones humanas en las islas, aunque sí hay viviendas próximas a ambos lados de los brazos del río. Se ha comprobado, mediante radioseguimiento, el uso de construcciones humanas externas a las islas como refugio, por parte de murciélagos capturados en su interior.

- **Fechas de actuación:** 2008 y 2009

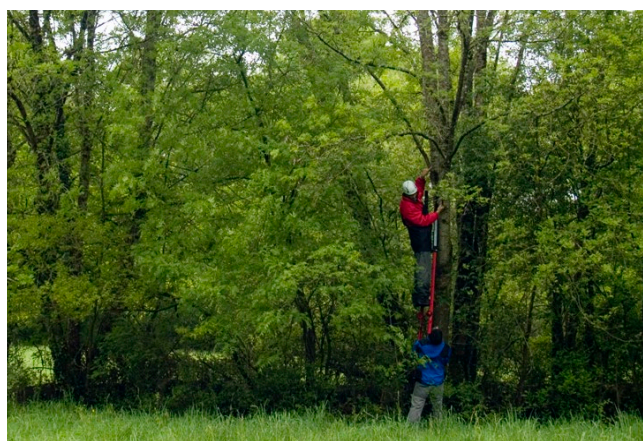


Fig. 1 - Colocación de cajas en un hábitat de siegas estivales típico de las islas fluviales.



Fig. 2 - Caja del modelo 2F de doble pared

- **Número y modelo de cajas:** 111 cajas de los siguientes modelos: 2F universal (44), 2F de doble pared (32) (Fig. 2), 3FN (33) y FW (2) de Schwegler.
- **Emplazamiento:** todas las cajas están colocadas en árboles de las especies *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Betula alba*, *Fraxinus excelsior* y *Quercus*

pyrenaica. Debido a una enfermedad de origen fúngico que ha matado una gran cantidad de alisos en la zona en los últimos años, algunas cajas situadas sobre ejemplares de esta especie se han perdido al caer los árboles al río, o han sido cambiadas de árbol ante la amenaza de que esto sucediese.

La orientación es variable y no se ha seguido ningún patrón a la hora de fijar las cajas. En algunos casos se han colocado dos cajas en el mismo árbol, con diferentes orientaciones. Casi todas las cajas están situadas entre los 3,80 y los 5 metros de altura, y solo unas pocas están más altas.

- **Promotor:** Asociación Drosera, en su programa Morcegos de Galicia. Desde 2014 el seguimiento de las cajas cuenta con la colaboración de la Asociación Galega de Custodia do Territorio y financiación de la Deputación de Lugo.
- **Revisiones:** se comenzaron en el año 2010 y el seguimiento ha sido irregular desde entonces hasta 2015, realizándose una revisión estival completa en 2010 y 2013, y revisiones parciales en diferentes épocas del año. Desde 2015 se realizan revisiones estivales completas (primera semana de agosto) y revisiones parciales a lo largo del resto del año (Tabla 1 y 2).

Para la revisión, las cajas se descuelgan y se bajan al suelo, para proceder con mayor seguridad. Desde 2013 se están marcando los ejemplares encontrados en las cajas con transponders Avid Music (0,016 gr). Si hay murciélagos, se les pasa el lector de microchips por si fuesen ejemplares marcados en revisiones anteriores. Si no es así, se marcan. Se apunta cualquier tipo de ocupación en la caja (murciélagos, guano, ratones, pájaros, caracoles, avispones, etc). Si no hay ocupación se procede a limpiar las cajas de guano, restos de

nidos, avisperos, etc. Si la caja está ocupada se deja en su sitio sin limpiar.

A finales de 2016, de las 111 cajas iniciales, 10 habían caído o estaban dañadas y estaban pendientes de recolocación; 3 fueron robadas, cayeron al río o desaparecieron por motivos desconocidos.

- **Ocupación:** hasta la fecha, han sido detectadas 12 especies de murciélagos en las islas, de las cuales 6 han ocupado cajas refugio. Se han encontrado colonias de cría (junio-agosto) de 4 especies: *Myotis escalerae*, *Myotis daubentonii*, *Pipistrellus pygmaeus* (todas ellas en el modelo 2F de doble pared) y *Plecotus auritus* (2F de doble pared y 3FN); y harenas (septiembre-octubre) de 2 especies: *Pipistrellus pygmaeus* (2F de doble pared) y *Nyctalus lasiopterus* (3FN). Además se han encontrado ejemplares aislados de *Pipistrellus pipistrellus*. Entre 2013 y 2016 se han marcado con transponders 105 ejemplares de 6 especies. Fuera de las cajas, pero en las islas, se han capturado hembras reproductoras de *Myotis mystacinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus austriacus* y *Barbastella barbastellus*.

El proyecto tiene también una faceta divulgativa y formativa: algunas revisiones se abren a la participación de público (escolares, público familiar); y desde 2015 se realiza un campo de trabajo estival (InsuaCAMP) enfocado a estudiantes y naturalistas, que participan en la revisión estival. Los resultados son variables entre años. Como ejemplo, en la revisión estival de 2015 se localizaron 105 ejemplares en 44 cajas, mientras en 2016 el número fue menor: 65 ejemplares en 13 cajas.

En 2016 se confirmó el uso por murciélagos de 40 cajas (40,8% del total revisado). En 13 (13,2%) se encontraron ejemplares en el interior en el momento de la revisión, y en otras 27 (27,5%) se confirmó su uso por la presencia de guano.

Tabla 1 - Revisión estival 2015

| Especie | Nº total ejemplares | Hembras adultas | Machos adultos | Juveniles |
|------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------|
| <i>Myotis daubentonii</i> | 22 | 16 | 6 | |
| <i>Myotis escalerae</i> | 30 | 12 | 2 | 16 |
| <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | 44 | 24 | 16 | 4 |
| <i>Plecotus auritus</i> | 9 | 3 | 3 | 3 |

Tabla 2 - Revisión estival 2016

| Especie | Nº total ejemplares | Hembras adultas | Machos adultos | Juveniles |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------|
| <i>Myotis escalerae</i> | 10 | 7 | - | 3 |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 1 | - | 1 | - |
| <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | 36 | 29 | 6 | 1 |
| <i>Plecotus auritus</i> | 16 | 9 | 1 | 6 |

En 2016 se colocaron 50 transponders para identificación individual a ejemplares de 4 especies: *Myotis escaleraei* (10), *Pipistrellus pipistrellus* (1), *Pipistrellus pygmaeus* (23) y *Plecotus auritus* (16). 15 de los ejemplares de *Pipistrellus pygmaeus* encontrados en la revisión estival de 2016 eran ejemplares marcados con transponders, 2 de ellos marcados en el verano de 2013 (las recapturas más antiguas realizadas hasta el momento).

En 2013 observamos que las cajas del modelo 2F Universal apenas eran ocupadas por murciélagos y en cambio eran ocupadas con facilidad por páridos y avispones (*Vespa crabro*), por lo que decidimos instalarles una doble pared de fabricación propia, pero prácticamente idéntica a la de la 2F de doble pared comercial.

EXPERIENCIA: RESERVA DE LA BIOSFERA GÈRES-XURÉS, OURENSE

2.19. Red de cajas refugio para murciélagos de las Reserva de la Biosfera Gêres-Xurés (Ourense)

Xosé Pardavila^{1*}, Adrián Lamosa, Alberto Gil, Alvaro Moraña, José Pardavila-Fraga, Manuel Lamosa, Fernando Martínez Freiría, Francisco Carro

¹Sorex Ecoloxia e Medio Ambiente S.L.

* Corresponding author: xosepardavila@gmail.com

- **Objetivo:** aumentar la disponibilidad de refugios para los quirópteros presentes. Facilitar el monitoreo de las especies presentes.
 - **Hábitat:** bosque atlántico (*Quercus robur*), bosque aluvial (*Alnus glutinosa*) y repoblaciones forestales de *Pinus sylvestris*, *P. radiata* y *P. pinaster*. Zonas rurales con mosaico agrosilvopastoral (Fig. 1).
 - **Fecha de colocación:** 2002, 2011 (marzo), 2012 (agosto), 2016 (octubre-noviembre)
 - **Número y modelos de cajas:** fueron instaladas un total de 222 cajas (38 cajas en 2002; 108 cajas en 2011; 21 cajas en 2012 y 55 en 2016). Todas las cajas fueron fabricadas en madera de 1,5-2 cm de grosor y pintadas de negro. En cuanto a los modelos, 170 son cuadradas monocámara, 45 semi-rombo monocámara, 1 colonial monocámara, 5 coloniales MSNF doble cámara comunicadas, 1 una colonial triple cámara comunicadas USFWS (Fig. 2).
 - **Emplazamiento:** las cajas se instalaron principalmente en árboles (*Pinus pinaster*, *P. sylvestris*, principalmente; además *Quercus robur*, *Q. pyrenaica*, *B. alba*, *C. sativa*), también se han utilizado paredes de edificios y puentes para la colocación de las cajas. Las cajas se situaron siempre a una altura superior a 3 m (promedio 3,5 m). Con orientación variable aunque principalmente S-SE.
 - **Promotor:** INTEREG- XUNTA DE GALICIA 2007-2012 -Sorex Ecoloxia e Medio Ambiente S.L.-Sterna Xestión Ambiental S.L. (2016) e Xestec S.C. (2002).
 - **Ocupación:** debido a la existencia de hasta 4 campañas diferentes de instalación de refugios, la periodicidad de las revisiones ha sido variable. La metodología utilizada ha sido la revisión directa, subiendo y abriendo cajas.
1. Refugios 2002: Se han revisado por primera vez en 2010. Fueron realizadas 3 revisiones 2010 (enero, junio y agosto) y 1 revisión en agosto de 2011.
 2. Refugios 2011: Se han realizado 1 única revisión completa en agosto de 2011 y varias incompletas durante julio y agosto de 2015 y 2016.
 3. Refugios 2012: Se han realizado revisiones parciales durante agosto de 2013-2018.
 4. Refugios 2016: Se han hecho revisiones parciales durante septiembre y octubre de 2017-2018.
- La tasa de ocupación ha sido muy variable, o al menos se ha podido evaluar de modo muy grosero.
1. Refugios 2002: Estos refugios han sido ocupados por machos de dos especies (*Nyctalus leisleri* y *Plecotus auritus*, Fig. 3), pero el número ha sido muy bajo. El número máximo de cajas ocupadas ha sido 3 (1 individuo por caja), y 5 cajas más con presencia de guano. Si tenemos en cuenta la ocupación total (incluyendo las cajas con guano), se ha llegado al 22,2 % de cajas usadas, siendo el 8,3 % aquellas en las que se han observado animales. Atendiendo a los resultados obtenidos por grupo de cajas (cada grupo se sitúa en dos localidades distanciadas 20 km), dentro de la misma área de estudio, en el primer grupo de 26 cajas (25 operativas) la ocupación ha llegado 28 %, siendo 8 % las cajas con presencia de individuos; en el otro grupo, de 12 cajas (11 operativas), la ocupación ha sido del 9 %. Se debe destacar que la mayoría de las cajas han seguido operativas hasta el año 2016.



Fig. 1 - Visión general de la Reserva de la Biosfera Gêres-Xurés. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: Matorral de montaña; bosque aluvial isla; mosaico agrosilvopastoral; repoblación de *Pinus sylvestris*.



Fig. 2 - Modelos de cajas instaladas todas pintadas de negro. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: Semi-rombo monocámara; cuadrada monocámara; MSNF doble cámara comunicadas; triple cámara comunicadas USFWS.

2. Refugios 2011: En este caso tan solo se ha realizado una revisión completa, apareciendo a los 5 meses de la instalación una caja modelo cuadrado monocámara ocupada por un macho de *Plecotus auritus*, lo que supone una ocupación del 0,9 %. En otra revisión parcial en el año 2016, fue detectado guano en otra de las cajas. La mayoría de estas cajas se han mantenido disponibles hasta el año 2017.
 3. Refugios 2012: No se han observado indicios de ocupación
 4. Refugios 2016: No se ha observado indicios de ocupación. Actualmente están operativas un total de 30 de las cajas instaladas durante este período.
- **Conclusiones:** La tónica general de estas actuaciones, ha sido la falta de partidas económicas para la realización de revisiones, por lo que ha sido muy difícil completar las mismas. Creemos que toda actuación de instalación de refugios artificiales, siempre suma, y nunca es perjudicial ni para los quirópteros ni para la diversidad en general. A pesar de esto, es fundamental programar revisiones periódicas de estas actuaciones para ser más efectivos a la hora de realizar las mismas. Otro problema han sido los numerosos incendios forestales, sobre todo durante verano de 2017, lo que ha provocado que al menos 55 cajas (40 de 2012 y 15 de 2016), desapareciesen.



Fig. 3 - Murciélagos detectados en cajas. *Nyctalus leisleri* (izquierda) y *Plecotus auritus* (derecha).

Cada vez hay más interés por los murciélagos, su biología, diversidad y conservación. Con frecuencia, organizaciones conservacionistas, administraciones públicas y propietarios de terrenos realizan actuaciones para favorecer la presencia de estos valiosos insectívoros naturales. Dado que los murciélagos no construyen refugios, dependen totalmente de la disponibilidad de los mismos en el medio natural, y en muchos casos, la escasez o ausencia de ellos es un factor limitante de sus poblaciones. Por ello, en los últimos años se han colocado numerosas cajas refugio en diferentes lugares y al mismo tiempo han surgido muchas preguntas sobre cómo y dónde colocarlas, o qué modelos son los más adecuados.

No todas las cajas refugio son igualmente eficaces. Además, son muchos los factores que influyen en su ocupación. Este número especial quiere dar respuesta a estas dudas, y en el primer capítulo ofrece unas orientaciones básicas para mejorar la eficacia de estos refugios. Para completar esta información, en el segundo capítulo se muestran 19 experiencias realizadas en diferentes regiones y sus frutos. Estos ensayos reflejan la diversidad de actuaciones llevadas a cabo en los últimos años, y los diversos resultados obtenidos en función de las zonas y los refugios instalados.

Esperamos que este número de JBRC sea útil para las personas interesadas en este tema y ayude a conservar mejor a los murciélagos de nuestro entorno.