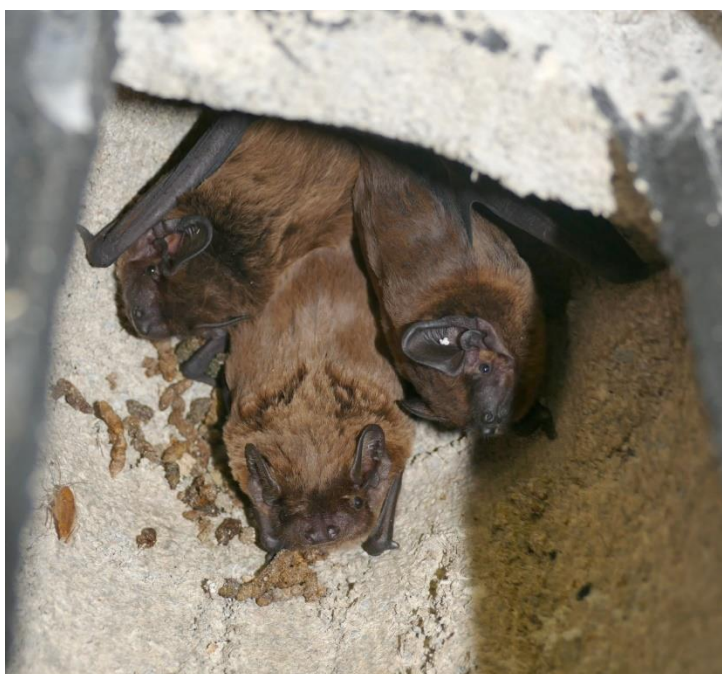


Análisis de la actividad de los murciélagos y la ocupación de cajas-refugio en los parques de Zabalzana, Olarizu y Sarbikoetxea de Vitoria-Gasteiz

Noviembre de 2023



Autores:

Juan Tomás Alcalde, Doctor en Ciencias Biológicas
Iñaki Martínez, Técnico Forestal

Promotor:

Unidad de Anillo Verde y Biodiversidad
Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz



Ayuntamiento
de Vitoria-Gasteiz
Vitoria-Gasteizko
Udala

1. Introducción

Los murciélagos, pertenecientes al orden de los quirópteros, constituyen uno de los grupos de mamíferos menos conocidos y, al mismo tiempo, más diversos y amenazados en Europa.

En las últimas décadas, varias especies han experimentado notables disminuciones en sus poblaciones, principalmente como resultado de la actividad humana. La alteración de sus hábitats y la destrucción de refugios son dos de los principales factores detrás de este declive. Su baja tasa reproductora (una cría por hembra y año generalmente) los convierte además en especies particularmente vulnerables frente a estos fenómenos. Por ello, actualmente, todas las especies de murciélagos se encuentran protegidas por las legislaciones autonómica, estatal y europea y muchas de ellas se consideran amenazadas en diferentes territorios.

La actual intensificación de la agricultura y la silvicultura ha propiciado la tala de numerosos árboles antiguos y muertos, los cuales desempeñan un papel crucial como refugio para murciélagos y otras especies animales en entornos naturales. Además, la corta de multitud de setos que antiguamente comunicaban diferentes terrenos poco humanizados, ha aumentado el aislamiento de estas zonas, cada vez más inaccesibles para muchas especies sensibles a estas transformaciones entre las que se encuentran los murciélagos.

Dado que los árboles requieren muchos años para llegar a su fase senescente, cuando ofrecen las mejores oportunidades de refugio para animales arborícolas, en muchos casos se recurre a la instalación de refugios artificiales, como las cajas-refugio diseñadas específicamente para albergar diversas especies de vertebrados. Aunque estas cajas proporcionan refugio de manera rápida, sencilla y económica, es importante señalar que no pueden replicar todas las posibilidades que ofrecen una red de árboles antiguos y muertos, con su abundancia y diversidad de oquedades. Por lo tanto, estas cajas se consideran una medida provisional, a la espera de que los árboles envejezcan y desarrollen oquedades y grietas en su interior.

Para facilitar el abrigo y asentamiento de poblaciones de murciélagos en los parques de Zabalgana, Olarizu y Sarbikoetxea, en los últimos años se han instalado diferentes modelos de cajas-refugio específicas para estos mamíferos.

En este trabajo se presentan y analizan los resultados obtenidos en la revisión de cajas refugio situadas en estos tres parques. El estudio se ha completado además con el análisis de grabaciones de ultrasonidos realizadas en diferentes zonas de Zabalgana y Olarizu.

2. Metodología

2.1. Inspección de cajas-refugio

El 27 de septiembre de 2023 se inspeccionaron 54 cajas-refugio de murciélagos, situadas en los parques de Zabalgana, Olarizu y Sarbikoetxea. Se utilizó una escalera de mano para acceder a los refugios y éstos se abrieron para comprobar su ocupación. Se anotó el modelo de caja y la presencia de murciélagos en su interior. Los quirópteros encontrados fueron contabilizados, determinándose las especies halladas. Siempre que fue posible, se determinó la especie a simple vista, evitando la captura y manipulación de individuos para reducir las molestias al mínimo. Sólo unos pocos ejemplares fueron capturados para confirmar la especie con seguridad mediante la observación de caracteres específicos (coloración, tamaño o dentición) siendo liberados minutos después en la misma caja donde se encontraban.

Así mismo se anotó la presencia de rastro de murciélagos (guano) valorándose del 1 al 5 la cantidad hallada en cada caja: (1: <10 excrementos, 2: 10-50, 3: 50-100, 4: >100 - toda la base de la caja ocupada por guano y 5: guano tapando el fondo con más de una capa de grosor). Este dato ha permitido conocer el uso de cada caja previamente a la revisión, aunque en el momento de la inspección no albergase ejemplares. Por último, también se apuntó la presencia de otros seres vivos o rastro de ellos, que pudieran interferir en la ocupación de la caja por murciélagos, como pueden ser los nidos de aves, ratones, avisperos, hormigueros o agrupaciones de tijeretas (dermápteros). En estos casos, las cajas fueron limpiadas y recolocadas: los nidos y los avisperos se retiraron y los grupos de tijeretas fueron desalojados. Cinco cajas no pudieron ser limpiadas por encontrarse avispas o avispones activos en su interior. Estas cajas se limpiarán en invierno, cuando estos insectos las hayan abandonado.



Figura 1. Zonas donde se encuentran las cajas-refugio revisadas.

Tabla 1. Número y modelos de cajas revisados en cada zona. (N: modelo 2FN; P2: modelo 3FF; R: modelo 2F de doble frontal, todos de Schwegler).

Zona	N	P2	R	Total
Zabalgana	4	4	14	22
Olarizu	5	6	9	20
Sarbikoetxea	2	2	8	12
Total	11	12	31	54



Figura 2. Modelos de cajas revisadas: izquierda, N (2FN); centro, P2 (3FF); derecha, R (2F de doble pared).

2.2. Análisis de ultrasonidos

Se han analizado 32 sesiones de grabación de ultrasonidos, realizadas en los parques de Zabalgana y Olarizu durante 19 noches. Una parte de estas grabaciones corresponde a recorridos nocturnos utilizando un micrófono de ultrasonidos (Echo Meter Touch, Wildlife Acoustics) y otra parte a grabaciones realizadas en estaciones autónomas situadas en puntos concretos de los parques muestreados (Audiomoth, Open Acoustic Devices) (Ver tabla 2).

Tabla 2. Noches de muestreo y métodos empleados para la grabación de ultrasonidos.

Zona	Noches de transectos	Noches de estaciones	Total
Zabalgana	5	5	10
Olarizu	2	7	9
Total	7	12	19

Los ultrasonidos grabados han sido analizados con programas informáticos específicos (Batsound y Kaleidoscope) para discriminar los sonidos de insectos y otros factores, de los producidos por los murciélagos, e identificar las especies de quirópteros que los emiten.

Se han realizado espectrogramas (frecuencia – tiempo) y gráficos de potencia (frecuencia – amplitud) para conocer los principales parámetros de las emisiones: frecuencia máxima y mínima de cada pulso, frecuencia de máxima intensidad, duración de los pulsos e intervalo de tiempo entre pulsos, de acuerdo con diferentes estudios de identificación de los ultrasonidos de murciélagos en Europa (Russo y Jones, 2002; Orbist *et al.*, 2004; Barataud, 2012-2014; Russ, 2021). Ver figuras 3 y 4.

Algunas especies se pueden determinar mediante este análisis de las grabaciones, aunque otras emiten ultrasonidos muy similares, y en la actualidad resulta prácticamente imposible identificarlas por este método. En estos casos, se ha determinado al menos el género al que pertenecen y por ello se han clasificado como *Myotis sp.* o *Plecotus sp.* Algo similar ocurre con otras especies, como el murciélago de borde claro, *P. kuhlii* y el de Nathusius, *P. nathusii* que en ocasiones emiten ultrasonidos de ecolocación en las mismas frecuencias, lo cual puede impedir su determinación. No obstante, los sonidos sociales de ambas especies son diferentes, por lo que, en caso de registrarse estos, hay seguridad sobre su identificación. En las grabaciones realizadas en este trabajo se han encontrado más de 30 sonidos sociales de *P. kuhlii* y ninguno de *P. nathusii*, por lo que todos los sonidos similares a ambas especies se han asignado a la primera.

También se han analizado los sonidos sociales emitidos por nótulos pequeños, *N. leisleri*. Estos sonidos son normalmente producidos por machos en celo desde sus refugios, por lo que no se trata realmente de vuelos, como ocurre con los ultrasonidos de ecolocación, sino de llamadas que efectúan posados, para marcar un territorio o refugio y tratar de atraer a hembras. Por ello, estas grabaciones deben ser interpretadas al margen de los vuelos y su presencia y abundancia dan información sobre el uso que dan estos animales al terreno que está siendo prospectado.

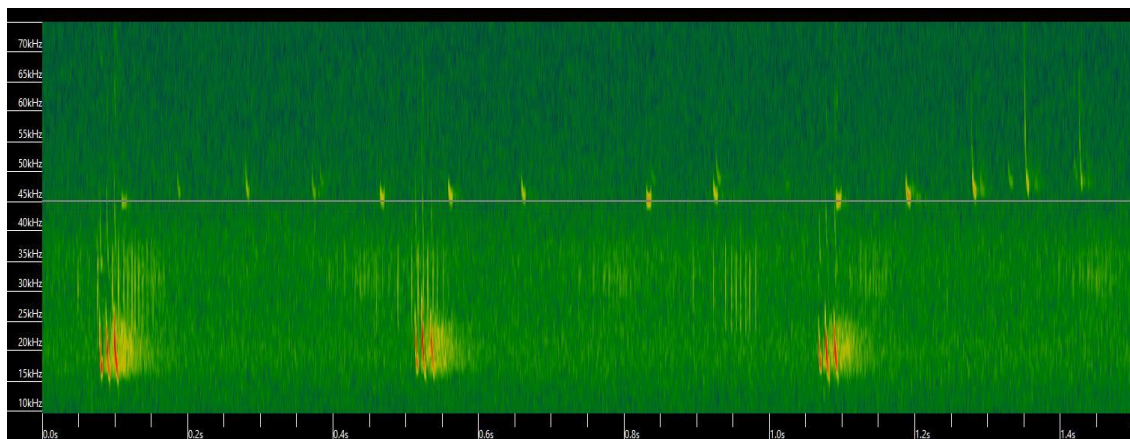


Figura 3. Espectrograma (frecuencia/tiempo) de los ultrasonidos de un murciélago enano, *P. pipistrellus*. Se observan pulsos de ecolocación en torno a 45 kHz (línea horizontal) y tres trinos sociales entre 15 y 25 kHz.

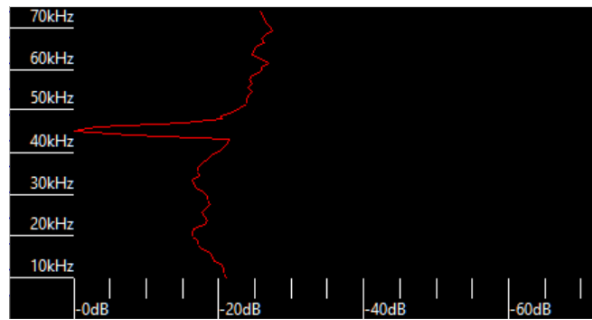


Figura 4. Espectro de potencia (frecuencia/amplitud) de un pulso ultrasónico de ecolocación de *P. pipistrellus*, mostrando la máxima potencia a 45 kHz.



Figura 5. Zonas muestreadas con grabadoras de ultrasonidos en los parques de Zabalzana y Olarizu.

3. Resultados

3.1. Ocupación de cajas-refugio

De las 54 cajas revisadas, 21 (39 %) contenían guano de quirópteros, lo que indica su ocupación en algún momento, y 12 de ellas (22 % del total) albergaban un total de 25 murciélagos (ver Anexo I con los datos de todas las cajas inspeccionadas).

La especie más frecuente en las cajas es el murciélago de Cabrera, *P. pygmaeus*. Se han encontrado 17 individuos en 6 cajas. Se ha hallado en los tres parques inspeccionados, aunque parece más abundante en Zabalgana (Tabla 3). Todos los ejemplares se han encontrado en el mismo modelo de caja, la R o 2 F de doble frontal (Tabla 4). Se examinaron dos individuos solitarios que resultaron ser machos escrotados, es decir, en celo. Teniendo en cuenta esta circunstancia y la fecha de la inspección, cabe suponer que los grupos encontrados sean de harenes.

El resto son nótulos pequeños, *N. leisleri*: se han identificado 8 ejemplares en 6 cajas, todas ellas en el parque de Olarizu. Estos nótulos ocupan los tres modelos de cajas instalados (Tabla 4). Uno de los ejemplares observados era un macho escrotado, anillado en 2019 en el mismo pinar (anilla 3X39639).

El guano observado en las cajas es de dos tipos: 12 cajas contenían guano pequeño y oscuro, típico de *P. pygmaeus* y 8 cajas contenían guano de tamaño medio y color crema, característico de *N. leisleri*.

Las cajas R y P2 estaban más ocupadas en el momento de la revisión (25 %) que las N (18 %). Considerando el número de murciélagos encontrados, las cajas R son las más eficaces, ya que acumulan el 84 % de los individuos, muy por encima de las P2 (12 %) y las N (4 %). Similar efectividad se observa al tener en cuenta el guano hallado en cada modelo de caja. Ver figura 6.

De las 21 cajas que contenían guano de murciélagos, 7 acumulaban niveles 4 o 5 (Figura 7), lo que supone que han sido ocupadas por grupos durante varias noches. Por el contrario, 9 cajas contenían nivel 1 de guano, que indica la presencia esporádica y de algún ejemplar aislado. Todas las cajas con niveles 3, 4 o 5 de guano son del modelo R, lo cual puede ser debido a que los demás modelos tienen orificios en la parte inferior y es probable que pierdan parte del guano al caer al suelo. Por otro lado, 32 cajas (59 % del total) contenían rastro de otros animales que pueden dificultar el asentamiento de murciélagos en ellas (Tabla 5).

Tabla 3. Murciélagos hallados en las cajas revisadas en cada parque.

Zona	N cajas	N cajas con guano	N cajas ocupadas	N murciélagos	<i>P. pygmaeus</i>	<i>N. leisleri</i>
Zabalgana	22	8	3	11	11	-
Olarizu	20	10	8	11	3	8
Sarbikoetxea	12	3	1	3	3	-
Total	54	21	12	25	17	8

Tabla 4. Número de cajas ocupadas por cada especie. Entre paréntesis, número de murciélagos.

Especies	N	P2	R	Total
<i>N. leisleri</i>	1 (1)	3 (3)	2 (4)	6 (8)
<i>P. pygmaeus</i>			6 (17)	6 (17)
Total	1 (1)	3 (3)	8 (21)	12 (25)

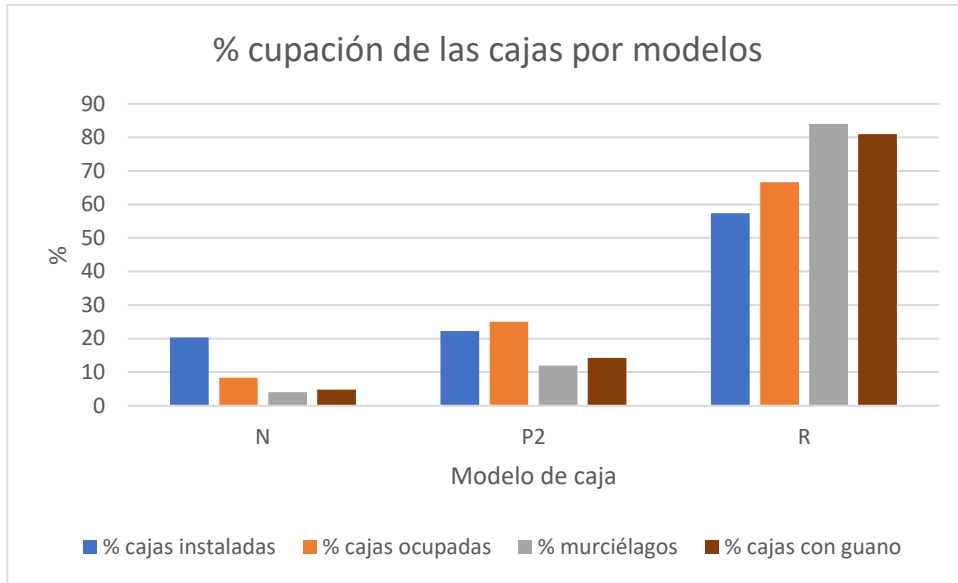


Figura 6. Porcentajes de cajas totales y cajas ocupadas o con rastro, en función de modelos.

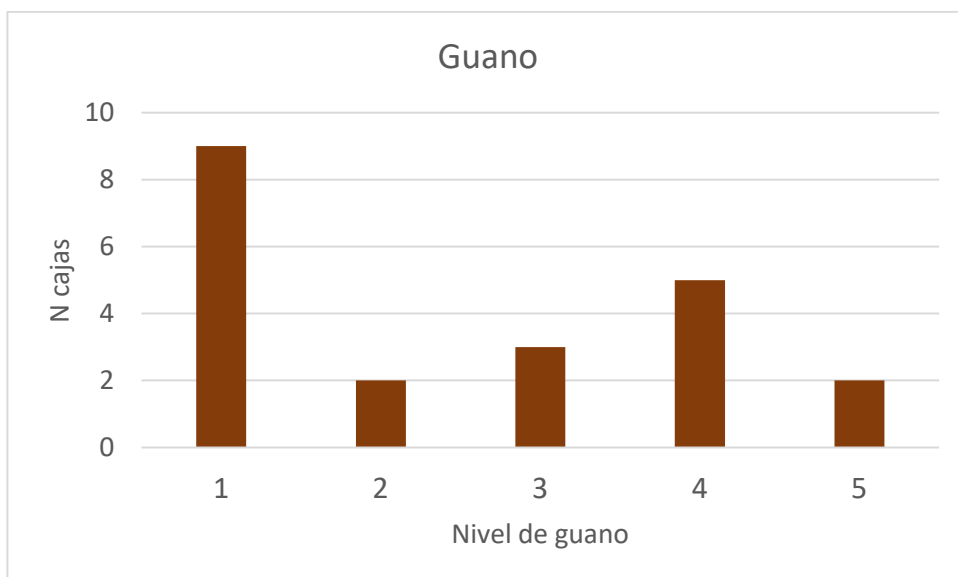


Figura 7. Cantidad de guano encontrada en las cajas que han sido ocupadas alguna vez.

Tabla 5. Número de cajas con rastros de otros animales (algunas cajas contenían más de un rastro).

Zona	Avispero	Hormiguero	Dermápteros	Nido ave	Cama ratón	Total	N cajas
OLA	5	1		5		11	20
SAR	3	3		2	2	8	12
ZAB	4	1	7	1		13	22
Total	12	5	7	8	2	32	54



Figura 8. Caja-refugio con un avispero activo de avispon europeo (*Vespa crabro*) en Zabalzana.



Figura 9. Izquierda: grupo de *P. pygmaeus* en una caja; derecha: grupo de *N. leisleri*.

3.2. Actividad de los murciélagos

3.2.1. Actividad en el parque de Zabalgana

Se han analizado grabaciones realizadas en 14 sesiones nocturnas, obtenidas en 10 noches de transectos nocturnos y estaciones autónomas de grabación. En ellas se han realizado 3344 grabaciones, de las que 1609 corresponden a ultrasonidos de murciélagos.

Se han identificado 7 especies de murciélagos, además de otros dos géneros de imposible determinación específica (*Myotis* y *Plecotus*). Las especies más frecuentes son el murciélago enano, *P. pipistrellus* y el de Cabrera, *P. pygmaeus*, que acumulan el 91 % del total de identificaciones. Les sigue el murciélago de borde claro, *P. kuhlii* (7 %). Se han grabado numerosos zumbidos de caza de esas tres especies. El resto de taxones son infrecuentes en este parque (Tabla 6).

Tabla 6. Número de vuelos registrados para cada especie en Zabalgana. Se indica el método de muestreo en cada noche (EMT: transecto con Echo Meter Touch; AM: grabación autónoma con Audio Moth). En algunas noches se han realizado varias sesiones de grabación. *: sonidos realizados desde refugios.

Fecha	04/10 /2022	09/10 /2022	11/10 /2022	15/10 /2022	18/09 /2023	20/09 /2023	27/09 /2023	04/10 /2023	Total
Método	EMT	EMT	EMT	EMT	AM	EMT	AM	AM	
<i>E. serotinus</i>					1				1
<i>H. savii</i>							2		2
<i>Myotis sp.</i>					3				3
<i>N. leisleri</i>					4		9	5	18
<i>N. leis. sociales*</i>				1	1	1		1	4
<i>P. kuhlii</i>	5	11	1	1	10	25	33	21	107
<i>P. pipistrellus</i>	28	32	47	28	47	52	552	62	848
<i>P. pygmaeus</i>	38	25	27	44	195	45	17	225	616
<i>Plecotus sp.</i>					1		2	1	4
<i>T. teniotis</i>		1						2	3
Indeterminado					3				3
Total	71	69	75	74	265	122	616	317	1609

3.2.2. Actividad en el parque de Olarizu

Se han analizado grabaciones realizadas en 18 sesiones nocturnas, obtenidas en 8 noches de transectos nocturnos y estaciones autónomas de grabación. En ellas se han realizado 4846 grabaciones, de las que 2974 corresponden a ultrasonidos de murciélagos.

Se han identificado 8 especies de murciélagos, además de otros dos géneros de imposible determinación específica (*Myotis* y *Plecotus*). Las especies más frecuentes son el murciélago enano, *P. pipistrellus* y el de Cabrera, *P. pygmaeus*, que acumulan el 70 % del total de identificaciones. Les sigue el murciélago de borde claro, *P. kuhlii* (6 %). El resto de especies son menos frecuentes en este parque, aunque cabe mencionar a los nóctulos pequeños, *N. leisleri* (3 % de los vuelos) y a los murciélagos hortelanos, *E. serotinus* (2 %) (Tabla 7). Las cuatro primeras especies cazan en Olarizu, siendo más frecuentes los zumbidos de caza de los murciélagos enanos y los de Cabrera.

Además es preciso mencionar el elevado número de sonidos sociales de nóctulos pequeños que se han registrado, y que suponen el 18 % de las identificaciones. Estos sonidos son emitidos por individuos, generalmente machos, desde los refugios, para tratar de atraer a hembras que vuelan por la zona.

Tabla 7. Número de vuelos registrados para cada especie en Olarizu. Se indica el método de muestreo en cada noche (EMT: transecto con Echo Meter Touch; AM: grabación autónoma con Audio Moth). En algunas noches se han realizado varias sesiones de grabación. *: sonidos realizados desde un refugio.

Fecha	01/08 /2023	21/08 /2023	22/08 /2023	23/08 /2023	19/09 /2023	20/09 /2023	25/09 /2023	28/09 /2023	Total
Método	EMT	AM	AM	AM	EMT	AM	AM	AM	
<i>E. serotinus</i>		1		41	5	4			51
<i>H. savii</i>				1				2	3
<i>H. sav/P. kuh</i>	1				1				2
<i>N. leisleri</i>	23	11	2	15	6	3	7	9	76
<i>N. lei. Sociales</i>	1	21	123	6	154	17	220	2	544
<i>N. lei/noc</i>	23					2			25
<i>P. kuhlii</i>	21	2	2	98	12	25	4	16	180
<i>P. pipistrellus</i>	81	4	2	94	30	216	105	905	1437
<i>P. pygmaeus</i>	3		2	169	146	76	194	43	633
<i>Plecotus sp.</i>				2		4	1		7
<i>R. ferrumequinum</i>							2		2
<i>T. teniotis</i>			2		2			4	8
Indeterminado		5	1						6
Total	153	44	134	426	356	347	533	981	2974

4. Conclusiones

La revisión de 54 cajas-refugio específicas para murciélagos ha permitido conocer y evaluar el uso que estos mamíferos hacen de los refugios instalados en los últimos años en estos parques. En Zabalgana y Olarizu se ha revisado un número similar de cajas (22 y 20 respectivamente), y en Sarbikoetxea aproximadamente la mitad (12).

Los resultados han sido muy diferentes según parques:

- En Olarizu se ha observado la mayor ocupación de cajas (40 % con murciélagos y 50 % con guano de ellos). En este parque se han encontrado 3 murciélagos de Cabrera, *P. pygmaeus* y 8 nótulos pequeños, *N. leisleri*. Se han observado 4 cajas con niveles altos de guano pequeño o mediano (niveles 4 o 5).
- En Zabalgana la ocupación ha sido menor (14 % con murciélagos y 36 % con guano). Los 11 individuos hallados pertenecían a una sola especie (*P. pygmaeus*). Se han encontrado 2 cajas con niveles altos de guano pequeño.
- En Sarbikoetxea la ocupación ha sido muy baja: solo una caja (8 %) con murciélagos y ninguna más con guano de ellos. Los 3 ejemplares encontrados eran *P. pygmaeus*. La caja mencionada tenía un nivel alto de guano pequeño.

En definitiva, Olarizu es el parque con mayor ocupación de cajas-refugio en todos los aspectos registrados, mientras que Sarbikoetxea es, por el contrario, el menos habitado. Estas diferencias parecen tener relación con la calidad del hábitat: Olarizu es el parque de mayores dimensiones y cuenta con arbolado de mayor tamaño; además, es el que tiene mayores posibilidades de comunicación con otros bosques del entorno (Montes de Vitoria), ya que hacia el sur carece de barreras como edificios o carreteras y algunos pequeños setos enlazan diferentes masas forestales. Zabalgana y Sarbikoetxea son de menor tamaño y se encuentran rodeados de densas urbanizaciones y polígonos industriales, salvo una estrecha franja de la zona sur, en donde hay menos densidad de viviendas, pero a las que se suma la carretera N-102. Aunque en Sarbikoetxea hay numerosos robles maduros, el bosque es muy pequeño y se halla casi totalmente rodeado de edificios con su correspondiente iluminación nocturna.

Las cajas del modelo R (2F de doble frontal) son las más exitosas en cuanto a ocupación, número de murciélagos y guano hallado, seguidas de las P2 (3FF, planas de dos cámaras). Las N (2FN, cilíndricas) son las de menor ocupación.

En las cajas se han encontrado dos tipos de ocupaciones: ejemplares aislados y pequeños grupos. Teniendo en cuenta la fecha de la revisión y el examen de algunos ejemplares, cabe deducir que se trata de machos solitarios y pequeños harenes. Estas zonas se utilizan, por tanto, como lugares de apareamiento al final del verano y durante el otoño. Es posible que también tengan otros usos ya que 7 cajas contenían abundante guano (niveles 4 y 5), y podrían ser ocupadas por grupos de hembras reproductoras de murciélagos de Cabrera durante el verano.

El guano encontrado en las cajas es de dos tipos: muy pequeño y de color negro, o bien de tamaño mediano y color crema. Ambos tipos se corresponden con las especies encontradas en algunas cajas, murciélagos de Cabrera y nótulos pequeños respectivamente. Por ello, parece que no ha habido más especies ocupando estas cajas.

Un total de 32 cajas (59 %) albergaban animales o rastro de ellos que probablemente dificultan su ocupación por murciélagos: avispas, avispones, hormigueros, tijeretas, nidos de aves o camas de ratones. Algunas cajas tenían más de uno de estos elementos, como nidos de aves habitados por

hormigueros. Además, 5 cajas tenían un acceso difícil para los murciélagos, debido al progresivo crecimiento de ramas en el entorno. Se ha cambiado la orientación de estas cajas o su situación, dirigiéndolas hacia zonas más despejadas, y se han limpiado todas las cajas de restos de otros animales, salvo 5 que albergaban avisperos activos y por tanto, su limpieza entrañaba peligro (2 en Olarizu, 2 en Zabalgana y 1 en Sarbikoetxea). Estos datos muestran la necesidad de realizar labores periódicas de mantenimiento de las cajas, con el fin de que no queden inutilizables por otros animales o por crecimiento de la vegetación del entorno. Las 5 cajas con avisperos activos serán limpiadas en invierno, cuando estos hayan sido abandonados.

Respecto a los análisis de ultrasonidos grabados en Zabalgana y Olarizu, los resultados han sido bastante similares en ambos parques. El esfuerzo de muestreo ha sido desigual y las fechas de grabación han sido diferentes, lo que impide una comparación detallada. En todo caso, ambos parques son utilizados por al menos 7 especies: *P. pipistrellus*, *P. pygmaeus*, *P. kuhlii*, *N. leisleri*, *E. serotinus*, *H. savii* y *T. teniotis*. Además, en ambos parques se han registrado vuelos de murciélagos orejados (*Plecotus sp.*) Las tres primeras especies son muy comunes en ambas zonas y cazan con intensidad en ellas, mientras que el resto son muy escasas y no se han registrado secuencias de caza, salvo de *N. leisleri*. Esta última especie es relativamente frecuente en Olarizu, en donde también se han registrado muchos sonidos sociales suyos. Además, en Zabalgana se han registrado tres vuelos de murciélagos ratoneros (*Myotis sp.*) y en Olarizu dos vuelos de murciélagos grandes de herradura (*R. ferrumequinum*).

Las tres especies más comunes son fisurícolas, sedentarias y típicas de entornos muy humanizados. Las tres cazan y emiten sonidos sociales mientras vuelan por la zona. Todo ello indica que ambos parques son muy frecuentados por estas especies como área de caza y también para sus relaciones sociales. El nóctulo pequeño se añade a ellas en estos usos en Olarizu y particularmente en lo relativo a relaciones sociales. El elevado número de sonidos sociales de esta especie registrado en el parque revela que en él se establece un *lek* de machos en celo que tratan de atraer a las hembras, probablemente migrantes (Ohlendorf *et al.*, 2000; Alcalde *et al.*, 2013) a sus correspondientes refugios. Este hecho se confirma con las observaciones de machos aislados y grupos de harenes en las cajas-refugio de dicho parque, tanto en este estudio como en otro anterior (Alcalde y Martínez, 2018).

En los análisis de las grabaciones de ambos parques destaca la escasez de vuelos de especies ecológicamente más exigentes. Exceptuando las cuatro especies mencionadas, el resto supone el 1,2 % de los vuelos en Zabalgana y el 2,6 % en Olarizu.

También llama la atención la ausencia de algunas especies como las del género *Myotis* (ausente en Olarizu) o los barbastelas, que suelen registrarse en bosques maduros. Es posible que un muestreo más intenso pueda ofrecer datos de estas especies, aunque probablemente en muy bajo número, dado que el muestreo actual acumula ya más de 4.500 vuelos y por tanto, parece significativo. Las curvas de acumulación de especies en función del esfuerzo de muestreo indican que se ha llegado a un número de taxones cercano al máximo en ambos parques (Figura 10). En un muestreo similar, llevado a cabo en Sarbikoetxea, se encontraron también pocas especies (6) y dominaban las del género *Pipistrellus* (Alcalde y Martínez, 2018)

Respecto a las especies escasas, sólo se han registrado unas pocas grabaciones de ecolocación, pero no zumbidos de caza, lo que supone que estos murciélagos hacen un uso limitado de estos bosques y no cazan en las zonas muestreadas o lo hacen esporádicamente.

Algunos taxones no se han podido determinar a nivel específico debido a la imposibilidad de identificar especies cuando hay solapamiento de frecuencias y de ritmos de emisión entre diferentes taxones. Tanto los murciélagos orejados (*Plecotus sp.*) como los ratoneros (*Myotis sp.*) incluyen varias especies

en el entorno de Vitoria-Gasteiz (Aihartza, 2004), por lo que no es posible concretar cuál o cuáles son las que están presentes en los parques estudiados. Además, en Olarizu se han registrado algunas grabaciones que podrían pertenecer a nictúlos pequeños (*N. leisleri*) o medianos (*N. noctula*), ya que se encuentran en frecuencias intermedias de las características de estas especies. No obstante, teniendo en cuenta la relativa abundancia de nictúlos pequeños en este parque, es más probable que se trate de ejemplares de esta última especie.

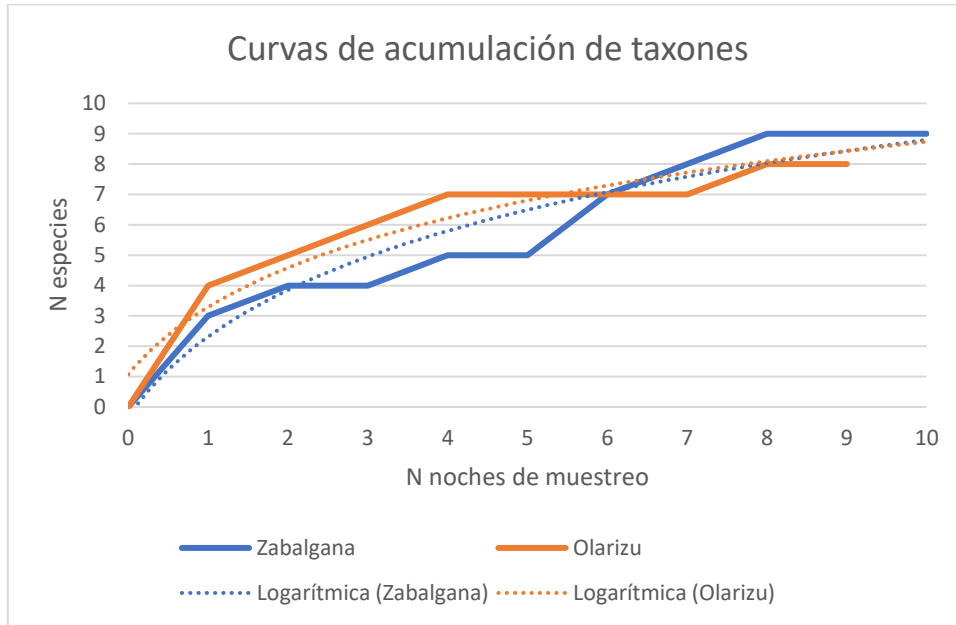


Figura 10. Curvas de acumulación de taxones en las noches de muestreo de ultrasonidos en ambos parques y curvas logarítmicas de tendencia.

En definitiva, los parques de Zabalgana y Olarizu son utilizados principalmente por tres especies del género *Pipistrellus*, fisurícolas, antropófilos y comunes en la ciudad. A ellos se une, en Olarizu, el nictúlo pequeño que forma un *lek* de apareamiento en otoño. Al menos otras 5 especies vuelan por la zona, aunque son infrecuentes. La escasez de estas especies y la ausencia de otras ecológicamente más exigentes parece deberse al elevado grado de aislamiento que tienen estos parques y a su pequeño tamaño. Cabe destacar el papel de Olarizu como lugar de apareamiento de nictúlos pequeños migrantes; es posible que también hibernen en la zona.

5. Propuestas de gestión y mejora

Los tres parques estudiados constituyen un hábitat muy apropiado para varias especies de murciélagos, no sólo las más frecuentes (todas del género *Pipistrellus*), sino también para otras actualmente ausentes o muy escasas (géneros *Barbastella*, *Myotis*, *Plecotus*, *Rhinolophus*). Estas últimas están presentes en otros bosques cercanos de las ZEC Salburua y Robledales-Isla de la Llanada alavesa. La combinación en estos parques de arbolado maduro intercalado con praderas, regatas y balsas de agua ofrece diversidad de hábitats, estructuras, insectos y probablemente algunos abrigos para los quirópteros.

La ausencia o escasez de estas últimas especies, más exigentes y asociadas generalmente a hábitats poco humanizados, se atribuye principalmente al elevado grado de aislamiento de los parques de Zabalgana, Olarizu y Sarbikoetxea. Por ello, la principal mejora que convendría realizar es la mejora de la conexión con otras zonas naturales bien conservadas, y particularmente con bosques maduros de Montes de Vitoria.

La mayoría de los murciélagos utilizan las estructuras lineales del paisaje en sus desplazamientos diarios desde sus refugios hasta las áreas de caza (Entwistle *et al.*, 2001; Hale *et al.*, 2012). Precisamente las especies más escasas en estos parques (géneros *Rhinolophus*, *Myotis*, *Plecotus* y *Barbastella*) están particularmente ligadas a estas estructuras, por lo que generalmente siguen los setos arbolados y bordes de bosques, evitando las zonas despejadas. Además, este grupo suele evitar las zonas con iluminación artificial (Voigt *et al.*, 2018). Es por ello que, para favorecer la presencia de estas especies en los parques estudiados, conviene realizar plantaciones de arbolado autóctono formando setos que los conecten con bosques del entorno. Dado que al norte de los parques se encuentra la ciudad de Vitoria-Gasteiz y esta se halla muy iluminada por la noche, los setos deberían dirigirse hacia el sur, enlazando las manchas arboladas que se encuentran en las cercanías, como los robledales de Gometxa, Armentia, Gaztelu y Monasterioguren y evitando áreas con iluminación artificial. Las abundantes regatas y las pistas poco transitadas por vehículos pueden ser buenas guías para establecer estas conexiones. Entwistle *et al.* (2001) recomiendan, además, que algunos setos sean dobles, es decir, formados por dos líneas de arbolado que dejan un pasillo central más oscuro y protegido. En el caso de las pistas, la plantación de arbolado en sus márgenes puede resultar también beneficiosa para paseantes, que encontrarán protección frente al sol y al viento.

Estos setos arbolados constituyen auténticos corredores ecológicos, no sólo para los murciélagos, sino también para otra fauna muy diversa, como anfibios, reptiles, aves y mamíferos no voladores, por lo que su implantación podría favorecer a numerosas especies y ayudar a renaturalizar los parques mencionados, aumentando su biodiversidad.

Otras actuaciones pueden mejorar la habitabilidad de estos parques para los murciélagos: permitir envejecer al arbolado y mantener ejemplares viejos o muertos en pie favorecerá la generación de refugios diversos; dejar áreas a evolución natural, con desarrollo de diferentes estratos vegetales, permitirá mayor abundancia de insectos-presa; evitar iluminación artificial o reducirla mediante pantallas vegetales, permitirá la presencia de especies más sensibles a la luz artificial.

6. Bibliografía

- Aihartza, J.R., 2004. *Quirópteros de Araba, Bizkaia y Gipuzkoa: distribución, ecología y conservación*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibersitatea. 346 pp.
- Alcalde J.T., Ibáñez C., Antón I., Nyssen P. 2013. 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. 2018. *Análisis de la Comunidad de Quirópteros de la ZEC de los Robledales-Isla de la Llanada alavesa en su porción del municipio de Vitoria-Gasteiz*. Unidad de Anillo Verde y Biodiversidad, Departamento de Medio Ambiente y Espacio Público. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- Barataud, M., 2012-2014. *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse*. Biotope Éditions, Muséum national d'Histoire naturelle, París. 344 pp.
- Entwistle, A.C., et al., 2001. *Habitat management for bats. A guide for land managers, land owners and their advisors*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, Reino Unido. 48 pp.
- Hale, J. D., Fairbrass, A. J., Matthews, T. J., & Sadler, J. P. 2012. Habitat composition and connectivity predicts bat presence and activity at foraging sites in a large uk conurbation. *PLoS ONE*, 7(3).
- Orbist, M.K., Boesch, R., Flückiger, P.F., 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68 (4): 307-322.
- Russ, J., 2021. *Bat calls of Britain and Europe. A guide to species identification*. Pelagic Publishing, Exeter. 462 pp.
- Russo, D., Jones, G., 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J. Zool. Lond.* 258: 91-103.
- Voigt, C.C, Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik, D., Limpens, H.J.G.A., Mathews, F., Rydell, J., Schofield, H., Spoelstra, K., Zagamajster, M., 2018. *Guidelines for consideration of bats in lighting projects*. EUROBATS Publication Series No. 8. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 62 pp.

7. Agradecimientos

Queremos agradecer la ayuda prestada por Luis Lobo, Ixone Llorente y losu Duran en la realización del trabajo de campo, facilitando el acceso a las zonas de muestreo, realizando las grabaciones de ultrasonidos y ayudando en diversas labores del presente estudio.

Anexo I. Datos registrados en la inspección de las cajas-refugio

Principales datos obtenidos en la revisión de las cajas. (ZAB: Zabalzana; OLA: Olarizu; SAR: Sarbikoetxea; Mod: modelo de caja; N: número de murciélagos; G: nivel de guano; T: tamaño del guano; Horm: hormiguero; Tij: agrupación de tijeretas o dermápteros)

Caja	Mod	Especie	N	G	T	Avispero	Horm	Tij	Nido	Otros
ZAB 1	R			1	P		Negras			
ZAB 2	R			1	P					Cambio orient
ZAB 3	R									
ZAB 5	R	<i>P. pygmaeus</i>	4	4	P					
ZAB 6	R					Abandonado				
ZAB 7	R							T		
ZAB 8	R							T		Poda ramas
ZAB 9	P2							T		
ZAB 10	N							T		
ZAB 11	R			3	M					
ZAB 12	P2							T		Cambio clavo
ZAB 13	N							T	Ave	
ZAB 14	R					Europeo act				
ZAB 15	R			1	P					
ZAB 16	P2							T		
ZAB 17	R					Abandonado				
ZAB 18	N									
ZAB 19	R	<i>P. pygmaeus</i>	1	1	P					Tapa rota
ZAB 20	R			2	P					
ZAB 21	R	<i>P. pygmaeus</i>	6	4	P					
ZAB 22	N					Europeo act				
ZAB 23	P2									
SAR 1	R			1	P	Abandonado				
SAR 2	R								Ratón	
SAR 3	R					Abandonado	Negras			
SAR 4	R			3	P					
SAR 5	P2								Ave	
SAR 6	P2									Guano ave
SAR 8	R								Ratón	Cambio árbol
SAR 11	R	<i>P. pygmaeus</i>	3	4	P					
SAR 12	R						Negras			
SAR 13	R						Negras			
SAR 14	N								Ave	
SAR 15	N					Europeo act				
OLA 1	P2								Ave	
OLA 2	N								Ave	
OLA 3	P2	<i>N. leisleri</i>	1	2	M					3X39639

OLA 4	R	<i>P. pygmaeus</i>	2	4	P		Ave
OLA 5	N					Europeo act	
OLA 6	R					Negras	Ave
OLA 7	P2						Ave
OLA 8	P2						
OLA 9	R	<i>N. leisleri</i>	1	5	M		
OLA 10	N	<i>N. leisleri</i>	1	5	M		
OLA 11	R			1	M	Abandonado	
OLA 12	P2	<i>N. leisleri</i>	1	1			
OLA 13	N						
OLA 14	R			3	M		Cambio orient
OLA 15	R	<i>P. pygmaeus</i>	1	1	P		
OLA 16	R	<i>N. leisleri</i>	3	4	M		
OLA 17	P2	<i>N. leisleri</i>	1	1	M		
OLA 18	N					Abandonado	Cambio orient
OLA 19	R					Activo	Cambio orient
BO 18	R					Abandonado	