



9CFE-1981

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1

Organiza





Actividad y diversidad de los murciélagos en hayedos vasco-navarros

CANTERO AMIANO, A.¹,

¹ Fundación HAZI Fundazioa. Granja Modelo s/n. 01192 Arkaute (Álava).

acantero@hazi.eus

ALCALDE DÍAZ DE CERIO, J.T.

Resumen

El proyecto LifeHFH, o LifeHaya, se desarrolla entre 2023 y 2028 mediante acciones centradas en los hayedos del norte de España. Una acción es la elección de rodales demostrativos, en los que se ensayan tratamientos de selvicultura mixta de cubierta continua o tipo Prosilva.

HAZI realiza el inventario y seguimiento de esos rodales antes y después del citado tratamiento. Para ello, se han establecido 5 estaciones de grabación de ultrasonidos de quirópteros en sendos rodales de hayedo en el segundo semestre de 2024. El objetivo es conocer las poblaciones de murciélagos en esas zonas y su actividad, en función de parámetros como datos climáticos.

La actividad global de los murciélagos en el interior de los bosques ha sido reducida (media inferior a 1 vuelo/hora de grabación), salvo en el bosque de Faido, que ha registrado una actividad relativamente elevada (15 v/h). Se han identificado 13 taxones (9 especies y otros 4 géneros o parejas de especies) aunque la diversidad de quirópteros es muy diferente según los bosques considerados. La actividad se ve afectada por el clima: bosques con temperaturas cálidas y bajas precipitaciones favorecen elevadas tasas de actividad. Además, la heterogeneidad del paisaje promueve una mayor diversidad de quirópteros.

Palabras clave

Quirópteros, ultrasonidos, estaciones climatológicas, biodiversidad

1. **Introducción** En Europa, los murciélagos son mamíferos eminentemente insectívoros que desarrollan un importante papel en el equilibrio de los ecosistemas, al regular las poblaciones de muchos invertebrados que habitan en ellos (Kunz et al., 2011; Riccucci y Lanza, 2014). Su diversidad y actividad pueden tomarse como bioindicadores de la complejidad y la salud de las zonas estudiadas (Jones et al., 2009; Russo y Jones, 2015). Por ello, se considera que los murciélagos son especies clave en los ecosistemas forestales, ya que suelen indicar una buena calidad de hábitat y su presencia y densidad están ligadas a las poblaciones de insectos. A través de diversos proyectos europeos, HAZI ha ido testando técnicas y herramientas de inventario forestal en los bosques vascos. En este nuevo proyecto LifeHFH (<https://lifelhaya.pefc.es/>), a desarrollar en el periodo 2023-2028, HAZI se ha ocupado de seleccionar rodales demostrativos de hayedo en los que aplicar la selvicultura próxima a la Naturaleza o tipo Prosilva. Con el fin de ir conociendo la evolución de esos hayedos, se han realizado mediciones dasométricas y edáficas antes de las intervenciones, con el fin de repetir esos muestreos una vez cortados los árboles seleccionados, al final del proyecto. A lo largo de la segunda mitad de 2024, se ha incluido también un trabajo de seguimiento de la población de quirópteros en esos rodales como indicador de biodiversidad. En este trabajo se ha realizado un primer estudio de las especies de murciélagos presentes en cinco rodales de hayedos actualmente explotados forestalmente entre septiembre y



noviembre de 2024. Para ello se han empleado grabadoras de ultrasonidos, que registran las emisiones de los murciélagos que vuelan en el entorno, y se han analizado los resultados obtenidos determinando las especies presentes en cada zona y sus tasas de actividad nocturna (número de vuelos / hora de grabación). Estos datos se han tomado antes de realizar tratamientos de silvicultura mixta de cubierta continua o tipo Prosilva. Posteriormente, entre 2025 y 2026 se tratará de comparar la actividad observada después del tratamiento previsto, para así conocer el uso de estos bosques por murciélagos en ambos casos.

- 2. **Objetivos** Conocer la comunidad de murciélagos presentes en cinco hayedos vasco-navarros situados en diferentes áreas geográficas y climáticas. Determinar las tasas de actividad de los quirópteros identificados en dichos hayedos. Analizar las diferencias encontradas entre las comunidades de murciélagos que habitan en cada zona y su actividad nocturna.
- 3. **Metodología** En septiembre de 2024 se instalaron las 5 estaciones de grabación de quirópteros en sendos rodales demostrativos de hayedo incluidos en el proyecto LifeHFH (Figura 1 y Tabla 1). Estos rodales ya habían sido previamente caracterizados (Tabla 2) por HAZI. Se colocaron también estaciones meteorológicas de medición continua de temperatura y humedad.



Figura 1. Mapa de localización de los rodales evaluados Tabla 1. Localización de los puntos muestreados y número de noches de grabación

Número	Monte	UTM-X	UTM-Y	Altitud (m)	Bioclima	Noches
1	Aralar	586001	4758084	805	Templado oceánico	22
2	Parzonería Mayor	559527	4750866	820	Templado oceánico	20
3	Urkiola	528745	4769823	770	Templado hiperoceánico	24
4	Albina	530117	4762706	690	Templado oceánico	23
5	Faido	527809	4723311	785	Mediterr. pluviestac.	20

					oceánico	
--	--	--	--	--	----------	--

Tabla 2. Caracterización dasométrica de los rodales de hayedo muestreados

Número	Diámetro medio (cm)	Altura dominante (m)	Volumen en pie (m ³ /ha)	Cubierta arbustiva (%)
1	37	27	270	20
2	42	28	350	10
3	36	25	305	5
4	35	23	270	25
5	32	22	217	15

Para conocer las especies y actividad de los murciélagos se han utilizado 5 grabadoras de ultrasonidos, modelo *SM BAT Mini Full Spectrum*, *Wildlife Acoustics Ltd.* Los aparatos (Figura 2) han permanecido activos registrando ultrasonidos ininterrumpidamente desde la puesta hasta la salida del sol. Se han programado homogéneamente para realizar grabaciones de 5 segundos, con frecuencia de muestreo de 256 kHz y un filtro por debajo de 9 kHz. Las grabaciones han sido analizadas posteriormente con programas informáticos específicos (*Batsound* y *Kaleidoscope*) para discriminar los sonidos de insectos y el ambiente de los producidos por los murciélagos y para identificar las especies de quirópteros que los emiten. La determinación final de las especies de murciélagos ha sido examinada por personal con experiencia en análisis de ultrasonidos de quirópteros.



Figura 2. Grabadora de ultrasonidos SM BAT Mini en uno de los hayedos muestreados.

Se han realizado espectrogramas (frecuencia/tiempo) y gráficos de potencia (amplitud/frecuencia) para conocer los principales parámetros de los ultrasonidos

registrados: 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 (Ahlén, 1990; Russo y Jones, 2002; Orbist et al., 2004; Haquart y Disca, 2007; Barataud, 2012-2014; Russ, 2021). Este análisis permite identificar la mayoría de las especies de murciélagos que vuelan por la zona. No obstante, en ocasiones, algunas especies emiten ultrasonidos muy similares, y resulta prácticamente imposible identificarlas por métodos bioacústicos. En estos casos se ha determinado al menos el género o la pareja de especies a la que pertenecen y por ello se han denominado *Myotis 30* (especies grandes del género *Myotis*), *Myotis 50* (especies pequeñas del mismo género) o *Plecotus sp.* Además, en algunas ocasiones, determinadas parejas de especies emiten sonidos muy similares, imposibles de asignar a una especie concreta. Por ello, en algunas ocasiones se han definido parejas de especies (por ejemplo, *P. kuh/nat* para *Pipistrellus kuhlii/nathusii* o *N. las/noc* para *Nyctalus lasiopterus/noctula*).

En todo caso, la determinación final de la especie o grupo de especies ha sido realizada tras un análisis manual de cada grabación, dado que los programas actuales de identificación automática cometen frecuentes errores (Russo y Voigt, 2016; Russo et al., 2018; Rydell et al., 2017).

Las grabadoras se colocaron el día 24 de junio de 2024 en el suelo del interior de los 5 bosques elegidos (Tabla 1), orientadas hacia zonas sin vegetación densa. En cada punto de muestreo se ha registrado la actividad de los murciélagos entre los meses de junio y noviembre, aunque el presente análisis se va a centrar en el periodo final, durante 20-24 noches, entre septiembre y noviembre de 2024.

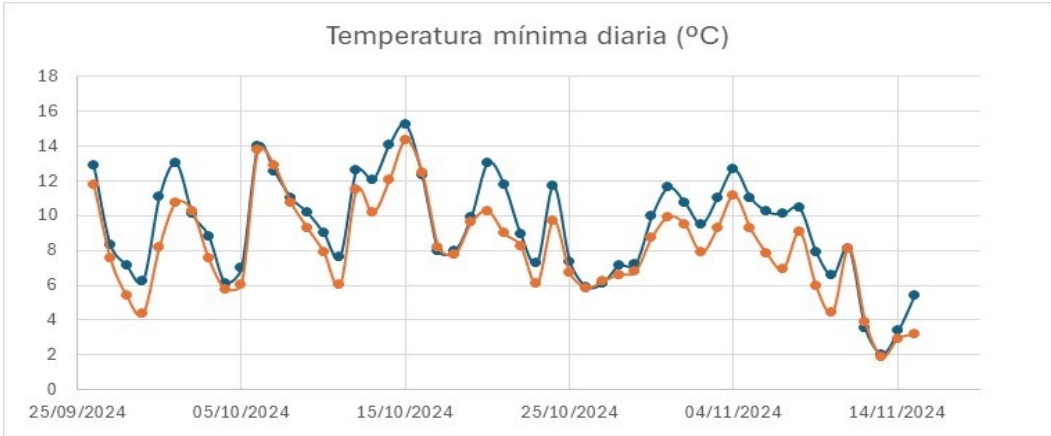
El día 25 de septiembre de 2024 se instalaron también sendas estaciones meteorológicas continuas, modelo *Parkside climate data logger PKDL A1*, para recoger los datos diezminutarios de temperatura y humedad ambiental (Figura 6). Una de ellas (Urkiola) desapareció antes de poder descargar los datos, por lo que solo se ha podido disponer de los datos climáticos de 4 hayedos. Para complementar esos datos, se han analizado los datos de estaciones meteorológicas de medición continua (Tabla 3) pertenecientes a las redes oficiales vascas y navarras situadas más cerca (3-8 km de distancia) a cada uno de los rodales de hayedo analizados. La altitud promedio de los 4 puntos de hayedo muestreados ha sido de 775 m, mientras que en el caso de las 5 estaciones meteorológicas ha sido de 736 m, lo que indica que las condiciones físicas medias han sido similares entre ambos bloques de datos.

Tabla 3. Localización de las estaciones meteorológicas cercanas empleadas

Número	Estación	UTM-X	UTM-Y	Altitud (m)	Red
1	Aralar	584480	4756064	1.344	Meteo Navarra
2	Altsasu	567134	4749586	522	Meteo Navarra
3	Urkiola	528760	4771984	709	Euskalmet
4	Goiaín	529246	4754711	529	Euskalmet
5	Trebiño	524448	4729545	578	Euskalmet

4. **Resultados Estaciones meteorológicas:** Se han registrado datos de temperatura y humedad ambiental cada 10 minutos de forma que el periodo disponible abarca 51 días completos, repartidos entre el 26 de septiembre y el 15 de noviembre de 2024, cuando se retiraron del monte, al igual que las estaciones de grabación de ultrasonidos. De las páginas *web* de Meteo Navarra y de Euskalmet se han descargado los datos meteorológicos diarios de las estaciones cercanas: temperaturas medias, máximas y mínimas, humedad media y precipitación. Para facilitar el análisis, se comparan los valores promedios de ambos bloques de estaciones meteorológicas: las situadas en el interior de los hayedos frente a las estaciones cercanas de las redes oficiales, localizadas al aire libre, sin cubierta arbórea. Aunque ambos conjuntos presentan temperaturas medias semejantes, puede comprobarse que las estaciones de los hayedos presentan menor amplitud térmica, temperaturas diarias máximas menores y temperaturas diarias mínimas mayores que las situadas fuera de los bosques (Tabla 4 y Figura 3). Como es lógico, en las estaciones de los hayedos se registran mayores humedades ambientales medias frente a las cercanas, fuera del bosque. En la Tabla 4 se presentan, para cada uno de los dos bloques, los valores medios registrados de temperatura media diaria (T_m), temperatura máxima (T_x), temperatura mínima (T_n), amplitud térmica diaria ($Ampl$), humedad relativa media (Hr) y precipitación diaria (P). Los datos parecen mostrar, en relación a la actividad nocturna de los quirópteros y de los insectos que les sirven de alimento, que el ambiente de los hayedos es, en general, más templado y húmedo que el exterior de los rodales muestreados. *Tabla 4. Valores medios de diversos parámetros climáticos registrados en el conjunto de estaciones meteorológicas de los hayedos frente a las estaciones cercanas*

Estaciones	T_m (°C)	T_x (°C)	T_n (°C)	$Ampl$ (°C)	Hr (%)	P (mm)
Hayedos	11,78	14,93	9,39	5,54	93,30	-
Cercanas	12,17	16,48	8,25	8,24	89,07	3,97



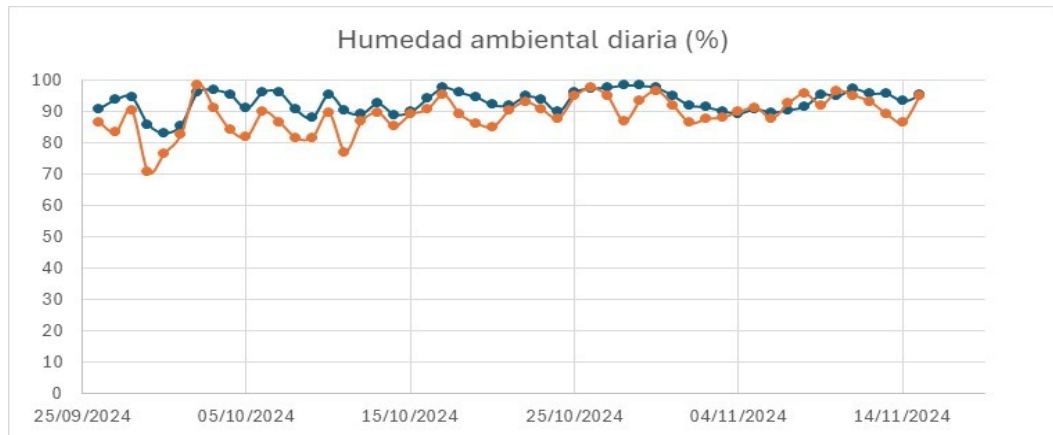


Figura 3. Evolución diaria de la temperatura mínima (arriba) y de la humedad relativa media (abajo) en el bloque de estaciones del hayedo (línea azul) y en las estaciones cercanas (línea naranja).

Estaciones de grabación de ultrasonidos:

Se han registrado 4.467 vuelos de murciélagos en 109 noches de muestreo (3,1 vuelos/hora), aunque la actividad ha sido muy desigual según el punto de muestreo considerado. En Faido se ha obtenido una tasa global de actividad (15,3 v/h) muy superior a la observada en los otros puntos, que han registrado valores bajos y similares (0,3-0,5 v/h), como se aprecia en la Figura 4. Globalmente, la actividad es elevada en septiembre (13,5 v/h), siendo baja en octubre (2,2 v/h) y muy baja en noviembre (0,4 v/h). Esta tendencia descendente al avanzar el año se observa en todos los lugares estudiados.

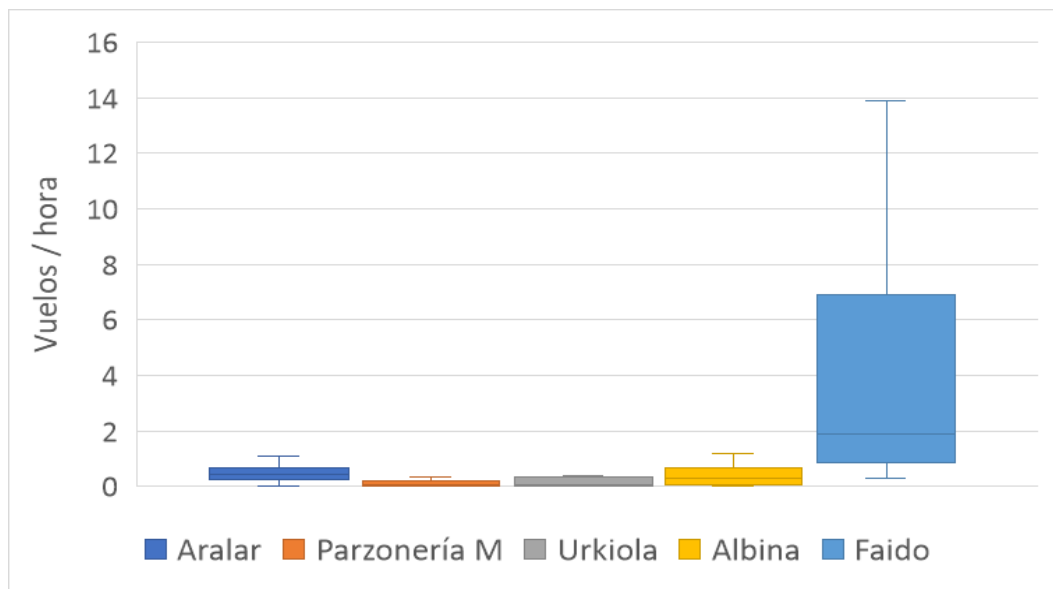


Figura 4. Actividad de los murciélagos en cada zona muestreada.

Se han identificado 9 especies de quirópteros, además de otros 4 taxones que incluyen otros géneros o pares de especies con emisiones indiferenciables. A nivel

global, la especie más común es el murciélago de Cabrera, *Pipistrellus pygmaeus* (71,4 % de los vuelos), aunque es preciso indicar que únicamente se ha encontrado en dos zonas, y casi la totalidad de sus vuelos se han grabado en Faido. En segundo lugar está el murciélago enano, *Pipistrellus pipistrellus* (20,3 % de los vuelos), que se ha encontrado en los cinco bosques estudiados. El resto de especies son relativamente escasas y ninguna de ellas alcanza el 2 % de los vuelos totales (Tabla 5).

Los puntos con mayor diversidad de quirópteros son Aralar y Faido, con 11 y 9 especies respectivamente. Parzonería Mayor y Urkiola son los de menor diversidad (4 especies) en tanto que Albina presenta valores medios (7 especies).

Tabla 5. Vuelos registrados de cada especie en cada zona.

Taxones	Aralar	Parz. Mayor	Urkiola	Albina	Faido	Total	%
<i>B. barbastellus</i>	32		6	1	17	56	1,3
<i>E. serotinus</i>	4			1	58	63	1,4
<i>Myotis 50</i>	18	1	10	11	17	57	1,3
<i>Myotis 30</i>	3			1		4	0,1
<i>N. lasiopterus</i>	5					5	0,1
<i>N. las/noc</i>	16					16	0,4
<i>N. leisleri</i>	12	5		17	52	86	1,9
<i>P. kuh/nat</i>			3			3	0,1
<i>P. pipistrellus</i>	32	53	81	46	694	906	20,3
<i>P. pygmaeus</i>				82	3.107	3.189	71,4
<i>Plecotus sp.</i>	4				3	7	0,2
<i>R. ferrumequinum</i>	1					1	0,0
<i>R. hipposideros</i>	3				6	9	0,2
<i>T. teniotis</i>	15	9			41	65	1,5
Total	145	68	100	159	3.995	4.467	100,0
N horas	288,8	267	306,9	296,9	261,2	1420,8	
V/hora	0,5	0,3	0,3	0,5	15,3	3,1	
N noches	22	20	24	23	20	109	

A nivel global, se observa que determinadas variables climáticas como la lluvia y la temperatura ambiental influyen decisivamente en la actividad de los murciélagos dentro de los hayedos. Los días con lluvia se encuentra una tasa de actividad (vuelos/hora) significativamente más elevada que los días sin precipitaciones (U de Mann-Whitney = 967,5; p=0,020). Así mismo, las noches con temperaturas medias superiores a 12 °C registran mayores tasas de actividad que las noches con temperaturas más bajas (U de Mann-Whitney = 463; p=0,002) (ver Figura 5).

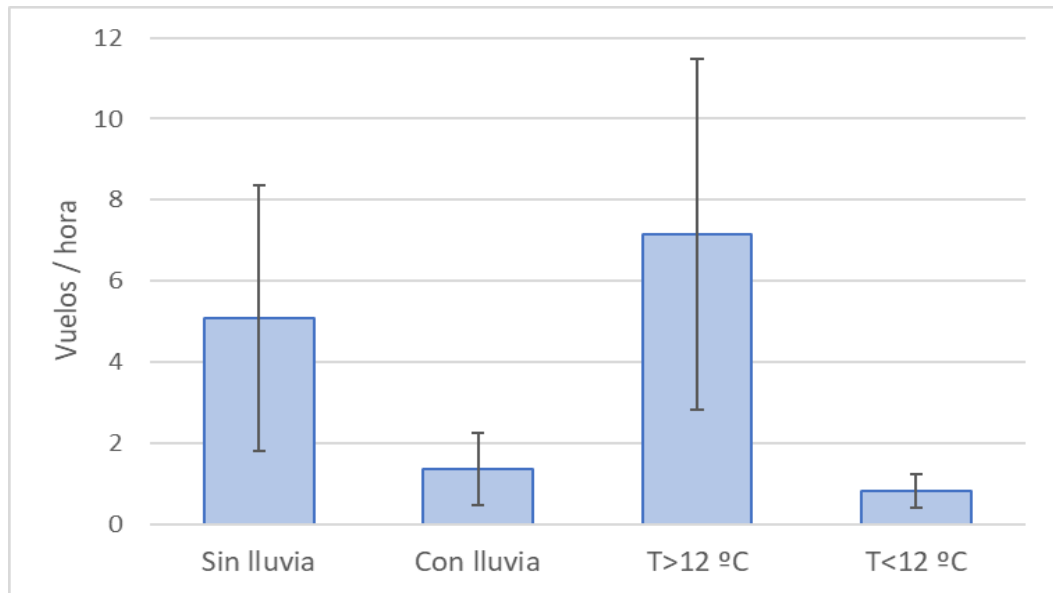


Figura 5. Actividad media de los murciélagos en función de las precipitaciones y la temperatura ambiental nocturna en los hayedos muestreados (promedio $\pm$ SE).

5. **Discusión** Las grabadoras de ultrasonidos son un método eficaz para estudiar la actividad de los murciélagos en una zona determinada (Ahlén y Baagøe, 1999), ya que permiten realizar muestreos homogéneos y prolongados de los murciélagos independientemente del hábitat considerado, sin ocasionar molestias a los animales y con un coste relativamente reducido. Sin embargo, es preciso indicar que este método tiene también algunos inconvenientes, como la imposibilidad de identificar con precisión todas las especies que sobrevuelan una zona, o el sesgo debido a la diferente detectabilidad de las especies, que depende de la frecuencia y amplitud de sus emisiones, además de otros factores de carácter abiótico, como la temperatura, humedad o viento (Barataud, 2012-2014; Russ, 2021). La grabación de estas emisiones durante 109 noches ha permitido registrar 4.467 vuelos pertenecientes a al menos 13 especies, de las cuales 9 han podido ser identificadas. La actividad registrada en el interior de los hayedos estudiados ha sido generalmente muy baja, por debajo de 1 vuelo/hora de grabación, con la única excepción del bosque de Faido, que ha superado los 15 v/h. Los murciélagos prefieren cazar en pequeños claros del bosque, más que entre el arbolado (Tena *et al.*, 2020), ya que ofrecen elevada diversidad de insectos-presa asociados a la vegetación heterogénea que crece en las zonas soleadas. Por el contrario, el interior de los bosques, y particularmente de los hayedos, al ser muy sombrío, suele ser pobre en vegetación arbustiva o herbácea, lo que reduce en gran medida la presencia de insectos y por tanto de opciones de alimento para los quirópteros. En relación con la actividad de los quirópteros, es preciso considerar el efecto del clima. En momentos de lluvia, la mayoría de los insectos buscan refugio y evitan volar, por lo que para los murciélagos no es rentable salir de caza en esas condiciones y su actividad es muy reducida (Figura 5). De forma similar, las temperaturas frescas provocan una disminución de la actividad de los insectos, y en

consecuencia, los quirópteros también reducen sus vuelos en esas noches (Figura 5). Este efecto es particularmente acusado cuando se consideran valores climáticos regionales (Erikson y West, 2002). Por ello, los bosques situados en bioclimas templados oceánicos o hiperoceánicos (Aralar, Parzonería Mayor, Urkiola y Albina) ofrecen menos alimento y por tanto peores condiciones a los murciélagos, mientras que Faido, situado en un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico, tiene menores precipitaciones y temperaturas más elevadas, lo que favorece la abundancia y actividad de insectos y en definitiva la de los quirópteros. Se han observado también diferencias relevantes en cuanto a las especies encontradas en cada bosque estudiado. Aralar destaca por su elevada diversidad de quirópteros (11 especies), y en menor medida Faido (9). Ambos lugares mantienen una alta heterogeneidad paisajística (diversidad de árboles, sotobosque, claros, cuevas, roquedos y edificios en un entorno cercano a los puntos de muestreo) que probablemente favorece el establecimiento de especies de hábitos diferentes. En estos dos bosques son los únicos en los que se han identificado murciélagos cavernícolas, fisurícolas y arborícolas. Por el contrario, los puntos de muestreo situados en Parzonería Mayor y Urkiola se encuentran en hayedos muy homogéneos, con escasez de otras especies de árboles en el entorno, de cuevas o roquedos y de sotobosque, lo que probablemente limita las posibilidades de muchas especies de quirópteros. Las únicas especies halladas en ellos son poco exigentes y relativamente comunes. Dos especies son dominantes en los hayedos estudiados: el murciélago enano, *P. pipistrellus* es el más frecuente en tres de los rodales y el de Cabrera, *P. pygmaeus* en los dos restantes. Ambos quirópteros son de pequeño tamaño, sedentarios, fisurícolas y ecológicamente poco exigentes. Son comunes en la península ibérica y cuentan con poblaciones abundantes (Palomo et al., 2007). El enano, además, es la única especie encontrada en los cinco puntos muestreados. En lo referente a las especies arborícolas, cabe mencionar el nóctulo pequeño, *N. leisleri*, presente en tres rodales, el barbastela, *B. barbastellus* (tres rodales) y el nóctulo grande, *N. lasiopterus* (un rodal). Aralar alberga las tres especies, mientras que Albina y Faido cuentan con dos y en Urkiola y Parzonería Mayor sólo se ha identificado una. Es probable que en estos bosques habiten más murciélagos arborícolas, de los géneros *Myotis* y *Plecotus*, que no han podido determinarse mediante el estudio bioacústico. Se han identificado además dos especies cavernícolas: el murciélago pequeño de herradura, *R. hipposideros*, encontrado en Aralar y Faido, y el grande de herradura, *R. ferrumequinum*, también en Aralar. Su presencia en estos rodales parece estar relacionada con la abundancia de cavidades subterráneas en ellos y particularmente en Aralar (Santesteban y Acáz, 1992). Como era de esperar, la actividad de los quirópteros ha decrecido en el período septiembre-noviembre conforme avanzaba el año. La bajada de las temperaturas nocturnas al avanzar el otoño parece ser la responsable de este fenómeno. Queda por conocer el efecto que pueda tener la aplicación del método de silvicultura Prosilva sobre la diversidad y la actividad de los quirópteros. Por ello, se prevé seguir realizando el seguimiento de la actividad de estos mamíferos en el año 2025, con la apertura parcial del dosel prevista, una vez cortados y desemboscados los árboles ya marcados en estos rodales.

6. **Conclusiones** El interior de los hayedos muestra unas condiciones más



húmedas y templadas que las zonas adyacentes situadas en el exterior. Se observa que algunos factores climáticos influyen decisivamente en la actividad de los murciélagos, que es favorecida por las temperaturas cálidas y bajas precipitaciones, en tanto que temperaturas frías y precipitaciones abundantes reducen dicha actividad. Por otro lado, la heterogeneidad paisajística (presencia de diferentes especies de arbolado, claros en el bosque, cavidades, roquedos, construcciones, etc.) de una zona facilita la existencia de una elevada diversidad de quirópteros, mientras que los bosques homogéneos contienen escasas especies y ecológicamente poco exigentes. Por ello, las actuaciones que promuevan la heterogeneidad del bosque favorecerán una mayor diversidad de murciélagos.

7. Bibliografía

AHLÉN, I., 1990. Identification of bats in flight. Swe. Soc. Cons. Nature & Swe. Youth Ass. Env. Stud. Cons., Stockholm. 50 pp.

BARATAUD, M., 2012-2014: Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Biotope Éditions, Mèze. Muséum national d'Histoire naturelle, París. 344 pp.

ERICKSON, J. L., & WEST, S. D. (2002). The Influence of Regional Climate and Nightly Weather Conditions on Activity Patterns of Insectivorous Bats. *Acta Chiropterologica*, 4(1), 17–24.

HAQUART, A., DISCA, T., 2007. Caractéristiques acoustiques et nouvelles données de Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) dans le sud de la France. *Le Vespère*, 1: 5-20.

JONES, G., JACOBS, D. S., KUNZ, T. H., WILIG, M. R., & RACEY, P. A., 2009. Carpe noctem: The importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1-2), 93–115.

KUNZ, T. H., de Torrez, E. B., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H., 2011. Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1223(1), 1–38.

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.

PALOMO, L.J., GISBERT, J., BLANCO, J.C. (Eds.), 2007. Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid, 588 pp.

RICCUCCI, M., & LANZA, B. (2014). Bats and insect pest control: a review. *Vespertilio*, 17(2011), 161–169.

RUSS, J. 2021. Bat calls of Britain and Europe. A guide to species identification. Pelagic Publishing. Exeter, UK, 462 pp.

RUSSO, D., ANCILLOTTO, L., JONES, G., 2018. Bats are still not birds in the digital era: echolocation call variation and why it matters for bat species identification. *Canadian Journal of Zoology*, 96(2), 63-78.

RUSSO, D., & JONES, G., 2015. Bats as bioindicators: An introduction. *Mammalian Biology*, Vol. 80, 157–158.

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.

RUSO, D., VOIGT, C.C., 2016. The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators*, 66, 598-602.

RYDELL, J., NYMAN, S., EKLÖF, J., JONES, G., RUSSO, D., 2017. Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological Indicators*, 78, 416-420.

SANTESTEBAN I., ACAZ, C. 1992. Catálogo Espeleológico de Navarra. Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. Gobierno de Navarra. 604 pp.

TENA, E., DE PAZ, Ó., DE LA PEÑA, R., FANDOS, G., REDONDO, M., & TELLERÍA, J. L. (2020). Mind the gap: Effects of canopy clearings on temperate forest bat assemblages. *Forest Ecology and Management*, 474(Feb), 118341.



Figura 6. Instalación de una grabadora de ultrasonidos en el suelo y de una estación climatológica en una de las hayas de los rodales muestreados.