

César Llanos-Guerrero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells

RATPENATS I PETITS MAMÍFERS DELS RIUS I RIERES DE LES GUILLERIES



Càtedra de
l'Aigua, Natura
i Benestar

Universitat
de Girona

UVIC
UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

E Eumo
Editorial



**RATPENATS I PETITS
MAMÍFERS DELS
RIUS I RIERES
DE LES GUILLERIES**

César Llanos-Guerrero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells

RATPENATS I PETITS MAMÍFERS DELS RIUS I RIERES DE LES GUILLERIES

Premi de Recerca Guílleries 2024



Aquest treball ha rebut el Premi de Recerca Guilleries 2024, atorgat per la Càtedra interuniversitària de l'Aigua, Natura i Benestar, impulsada per l'Ajuntament de Sant Hilari Sacalm, la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya i la Universitat de Girona. Aquesta Càtedra té la voluntat de treballar per al desenvolupament del territori a partir de la interacció entre els diferents agents socials i universitats en els àmbits en què poden aportar expertesa. La seva finalitat és potenciar, difondre i transferir el valor del patrimoni natural de les Guilleries, per ajudar a desenvolupar un model de gestió territorial sostenible en aquest espai natural compartit entre les comarques d'Osona i de la Selva. Les línies d'interès de la Càtedra se centren principalment en el patrimoni natural relacionat amb l'aigua, el territori i la biodiversitat.

Foto de la coberta: Rater d'aigua (*Myotis daubentonii*) © Adrià López-Baucells

© del text: 2026, César Llanos-Guerrero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells

© de les fotografies i il·lustracions: els que s'indiquen a cadascuna

© d'aquesta edició:

Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar

Centre Aqua. Zona Industrial Mas Garriga, s/n. 17403 Sant Hilari Sacalm

www.catedraaigua.cat - catedraaqua@santhilari.cat

Eumo Editorial. C. Doctor Junyent, 1. 08500 Vic

www.eumoeditorial.com - eumoeditorial@eumoeditorial.com

—Eumo és l'editorial de la UVic-UCC—

Primera edició: setembre de 2026

Editors: Marc Ordeix i David Soler, codirectors de la Càtedra interuniversitària de l'Aigua, Natura i Benestar per la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya i la Universitat de Girona

Disseny de la coberta i disseny i maquetació de l'interior: Marta Prat Salvans - www.martaprat.cat

Impressió: Estugraf

ISBN: 978-84-9766-910-8

Dipòsit legal: B 17377-2026

La publicació d'aquesta obra ha estat cofinançada per la Càtedra interuniversitària de l'Aigua, Natura i Benestar i el Consorci de l'Espai Natural de les Guilleries-Savassona.

L'obra pot ser citada preferentment així: Llanos-Guerrero, César; Freixas, Lúdia; López-Baucells, Adrià (2026). *Ratpenats i petits mamífers dels rius i rieres de les Guilleries*. Sant Hilari Sacalm: Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar; Vic: Eumo, Col·lecció «Guilleries - Aigua i Territori», vol. 6.

Reservats tots els drets. Es prohibeix la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment sense l'autorització per escrit dels titulars dels copyrights.

ÍNDEX

LA BIODIVERSITAT I L'INTERÈS ECOLÒGIC DEL NOSTRE ENTORN, Jordi Rotllant	7
UNA CÀTEDRA A FAVOR DE LA BIODIVERSITAT, EL CONEIXEMENT I LA PROTECCIÓ DEL TERRITORI, Sílvia Llach i Eva Espasa	9
1. INTRODUCCIÓ	13
El massís de les Guílleries	
Ratpenats i petits mamífers de les Guílleries	
2. METODOLOGIA UTILITZADA	27
Zones mostrejades	
Mostreig a les rieres	
L'estructura del riu	
Característiques de l'aigua	
Microhàbitat	
Mostreig de petits mamífers	
Mostreig de ratpenats	
Anàlisi de les dades	
3. RESULTATS OBTINGUTS	37
Caracterització dels cursos fluvials	
Petits mamífers	
Ratpenats	
Bioindicació de qualitat ambiental	
4. CONCLUSIONS	62
AGRAÏMENTS	66
BIBLIOGRAFIA	68

LA BIODIVERSITAT I L'INTERÈS ECOLÒGIC DEL NOSTRE ENTORN

Any rere any, es va consolidant la collecció de publicacions dels Premis Guillerries, uns guardons instaurats l'any 2019 i que van veure la seva primera publicació editorial el 2021. Ara teniu a les mans el fruit del Premi Guillerries 2024, un treball desenvolupat al llarg de l'any passat que es publica i es presenta aquest 2026. Amb aquesta, ja són sis edicions de temàtiques molt diverses; títols que sumen i fan que aquesta collecció guanyi pes, interès científic i valor divulgatiu. Una aportació indispensable que enriqueix el coneixement de la flora i la fauna que ens ofereixen les Guillerries: aquest espai natural tan ben delimitat i definit per la seva singular ubicació entre les serralades Prelitoral i Transversal. Una condició geogràfica que li atorga una riquesa ecològica excepcional, on conviuen espècies de clima atlàntic a les obagues i comunitats pròpiament mediterrànies als solells. No obstant això, sovint oblidem traslladar aquesta fascinant diversitat a l'àmbit de la fauna.

RATPENATS I PETITS MAMÍFERS DELS RIUS I RIERES DE LES GUILLERRIES posa de manifest, precisament, la presència de fauna pròpia d'ambients eurosiberians que troba en les nostres contrades un refugi vital dins el clima mediterrani. Espècies de ratpenats i petits mamífers d'especial interès que, lligats als cursos fluvials secundaris i de capçalera autòctons de les Guillerries, utilitzen el territori com a autèntics corredors

biològics. Aquesta troballa reforça, una vegada més, la biodiversitat i l'enorme interès ecològic del nostre entorn. Així mateix, també proposa actuacions senzilles de conservació davant les pressions i els canvis a què estan sotmeses aquestes espècies, siguin d'origen climàtic o derivats de la interacció humana amb el medi.

La tasca de recerca, coneixement i divulgació és imprescindible a l'hora de donar valor al territori i prendre consciència de la importància de protegir i conservar el nostre entorn.

Vull agrair profundament l'esforç, l'aportació científica i la implicació dels autors de la recerca: César Llanos-Guerrero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells. El seu treball significa un pas endavant en la millora de la qualitat del nostre patrimoni natural, s'integra de ple en aquesta col·lecció i obre noves línies de treball i conservació de cara al futur.

Aquesta fita defineix perfectament l'esperit i la voluntat de la Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar —impulsada per l'Ajuntament de Sant Hilari Sacalm, la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya i la Universitat de Girona— de promoure la recerca i el coneixement local d'un entorn enclavat, precisament, entre totes dues universitats. Ambdues universitats, representades per les seves vicerectores, i la incansable dedicació dels codirectors de la Càtedra, David Soler i Marc Ordeix, fan d'aquest ens, dels seus projectes i de publicacions com aquesta un actiu de valor incalculable per continuar descobrint, valorant i estimant les Guilleries.

Jordi Rotllant Cors
Alcalde de Sant Hilari Sacalm

UNA CÀTEDRA A FAVOR DE LA BIODIVERSITAT, EL CONEIXEMENT I LA PROTECCIÓ DEL TERRITORI

És un plaer tenir a les mans el sisè volum de la col·lecció «Guilleries – Aigua i Territori» i un privilegi poder-ne redactar el pròleg. Aquesta col·lecció, fruit del Premi de Recerca Guilleries, consolida una trajectòria dedicada a aprofundir en el coneixement del patrimoni natural d'un territori singular, i permet aportar-hi elements que contribueixin a gestionar-lo de manera responsable i sostenible.

Les càtedres universitàries constitueixen un instrument especialment valuós per enfortir la relació entre la universitat i la societat. Permeten que el coneixement acadèmic surti dels campus, entri en contacte amb les necessitats i els reptes de cada territori i es construeixi conjuntament amb les administracions, les entitats, els professionals i la ciutadania. Són, per tant, espais de recerca, transferència i divulgació, però també punts de trobada des dels quals es poden establir aliances estables i generar projectes amb un impacte real en l'entorn.

La Càtedra interuniversitària de l'Aigua, Natura i Benestar exemplifica especialment bé aquesta vocació. El fet que sigui compartida per la Universitat de Girona i la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya li atorga un valor particular. Les Guilleries són un territori de connexió entre comarques, paisatges i realitats diverses, i la col·laboració

entre les dues universitats permet sumar coneixements, equips i perspectives, superar límits administratius i reforçar la presència d'ambdues institucions en un espai que els és proper i amb el qual comparteixen responsabilitats.

Aquesta cooperació és encara més necessària quan s'aborda una qüestió tan transversal com l'aigua i la seva relació amb la natura i el benestar. L'aigua condiciona els ecosistemes, la biodiversitat, el paisatge, les activitats econòmiques i la qualitat de vida de les persones. Estudiar-la exigeix una mirada interdisciplinària i una estreta vinculació amb el territori. En un context de canvi climàtic, pèrdua de biodiversitat i pressió creixent sobre els recursos naturals, generar coneixement rigorós i posar-lo al servei de la societat esdevé una responsabilitat ineludible de les universitats.

La Càtedra desplega múltiples activitats a favor de la biodiversitat, el coneixement i la protecció del territori. Una iniciativa destacable és la publicació de la col·lecció del Premi de Recerca Guillerics, que enguany arriba a la sisena edició. Els temes tractats en les edicions anteriors mostren el compromís de la Càtedra amb les Guillerics, com es pot veure en els seus títols:

2021: *La comunitat de carnívors de les Guillerics*

2022: *Gorgues, entre el lleure i la conservació*

2023: *Flora de les Guillerics orientals*

2024: *Els refugis climàtics per a la fauna aquàtica de les Guillerics.*

2025: *Recerca d'indicadors potencials del passat pastoral dels boscos de les Guillerics mitjançant la metagenòmica del sòl.*

Enguany, el títol del treball és RATPENATS I PETITS MAMÍFERS DELS RUS I RIERES DE LES GUILLERIES, a càrrec de César Llanos-Guer-

rero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells. L'estudi se centra, tal com indica el títol, en els ratpenats i els petits mamífers com ara les musaranyes, els ratolins i talpons. Els autors ens recorden el repte científic que suposa l'estudi d'aquests animals, ja que són «sovint discrets i poc visibles per al gran públic, però ecològicament molt rellevants».

Aquest projecte ha contribuït a omplir un buit en la recerca sobre les esmentades espècies. Ha permès superar el coneixement que hi havia fins ara, parcial, dels ratpenats i altres petits mamífers de les Guílleries, molt especialment en els ambients aquàtics. Ha assolit els objectius que es proposava: identificar les diferents espècies presents a les Guílleries, caracteritzar-les i avaluar la seva relació amb les característiques ambientals dels rius i rieres. A més, justament per la dificultat de veure les espècies, s'hi ha emprat una metodologia adient, amb l'ús de detectors acústics, i també s'hi ha testat una tecnologia innovadora basada en l'ús de càmeres de parament fotogràfic. En aquest sentit, cal destacar la qualitat de les imatges, que il·lustra i fa molt amena aquesta completa i rigorosa publicació.

L'estudi també proposa futures iniciatives de seguiment i conservació, basades en accions conjuntes per millorar els ecosistemes dels ratpenats i petits mamífers. Conservar els rius i rieres de les Guílleries els comporta preservar-ne la qualitat de l'aigua i l'estructura ecològica, mantenir-ne els arbres i arbustos, i també protegir elements complementaris com els murs de pedra, que poden funcionar de refugis naturals, conjuntament amb l'ús de refugis artificials.

En definitiva, César Llanos-Guerrero, Lúdia Freixas i Adrià López-Baucells han localitzat espècies comunes però també espècies de gran interès biogeogràfic i ecològic, que indiquen que les Guílleries són un refugi per a la fauna amb ambients eurosiberians, en risc amb el canvi global en què

ja estem immersos. També han constatat la importància de conservar en bon estat la vegetació de ribera, que aporta refugi, aliment i condicions ambientals adequades per a totes aquestes i moltes altres espècies. Això referma el caràcter de les Guïlleries com un espai molt rellevant ecològicament, «com a zona de transició entre ambients i espècies mediterrànies i aquelles vinculades a condicions més humides i fredes».

La continuïtat del Premi de Recerca Guïlleries i d'aquesta col·lecció demostra que la suma d'esforços dona fruits sòlids i perdurables. Volem agrair, per això, la dedicació dels directors científics de la Càtedra, que n'orienten l'activitat i garanteixen el rigor dels projectes, així com el compromís dels patrons i de totes les institucions i entitats col·laboradores. Sense el seu suport, aquesta iniciativa compartida no podria créixer ni convertir el coneixement científic en una eina de servei al territori.

Ignasi Rodríguez-Roda Layret

Vicerector d'Impacte al Territori i Ambientalització
Universitat de Girona

Eva Espasa

Vicerectora de Recerca i Transferència del Coneixement
Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

1. INTRODUCCIÓ

El massís de les Guilleries

El massís de les Guilleries és un dels espais forestals més extensos i continus de Catalunya i, alhora, un dels territoris on l'aigua modela de manera més clara el paisatge (Vilella et al., 2021). Entre carenes, fondalades i vessants coberts de bosc, una xarxa de rieres i torrents recorre el massís i alberga bona part de la biodiversitat. Aquesta combinació de cobertura forestal i disponibilitat d'aigua fa de les Guilleries un territori especialment valuós des del punt de vista biogeogràfic, perquè se situa en una zona de transició on convergeixen influències mediterrànies i ambients més humits. En aquest mosaic, els sistemes fluvials són un dels hàbitats que millor expliquen la riquesa natural del massís (Soler et al., 2013).

En un context mediterrani, els rius i les rieres tenen una importància extrema. L'aigua, la vegetació de ribera i la varietat de microhàbitats que s'hi generen converteixen aquests ambients en autèntics refugis de biodiversitat (García-Muñoz et al., 2016). Els cursos fluvials connecten sectors del territori, faciliten el desplaçament de la fauna i ofereixen protecció en períodes desfavorables. En èpoques de calor intensa o de sequera, quan bona part del paisatge esdevé més sec i uniforme, les riberes mantenen condicions estables, fet que



Figura 1. Massís de les Guilleries des del Crous de Sant Andreu (Vilanova de Sau). © Marc Vilella.

les converteix en espais clau per a moltes espècies (Ortega i Colet et al., 2024).

La importància ecològica d'aquests ambients no depèn únicament de la presència d'aigua. La vegetació que acompanya els cursos fluvials crea una franja de transició entre el medi aquàtic i el terrestre. Boscos de ribera, marges amb cobertura arbustiva, sòls humits, acumulacions de fullaraca, troncs, pedres i petits refugis naturals configuren una estructura rica i heterogènia que afavoreix nombrosos organismes (De Frenne et al., 2021). Per això, la qualitat de la ribera i el grau de conservació dels hàbitats fluvials tenen un efecte directe sobre el conjunt de la fauna que hi viu o que els utilitza de manera habitual.

Aquest paper ecològic adquireix encara més importància en el context actual de canvi ambiental. La conca mediterrània és especialment vulnerable a l'augment de temperatures, a la disminució o irregularitat de les precipitacions i a l'increment de la freqüència i intensitat de les sequeres (Newbold et al., 2020). En aquest escenari, els sistemes fluvials i els hàbitats de ribera són especialment sensibles perquè qualsevol alteració del cabal, de la persistència de l'aigua o de l'estructura de la vegetació pot tenir efectes en cadena sobre les comunitats biològiques associades (Tuel i Eltahir, 2020). A més, en espais com les Guïlleries, aquestes pressions s'afegeixen a altres factors, com la transformació dels hàbitats, la fragmentació local o la pressió humana sobre alguns trams de riera (Stefanidis et al., 2018).

És en aquest marc on prenen especial interès els ratpenats i els petits mamífers, dos grups sovint discrets i poc visibles per al gran públic, però ecològicament molt rellevants (Bal et al., 2018; Carter i Churchfield, 2006; Jones et al., 2009). Els ratpenats troben als cursos d'aigua espais favorables per alimentar-se, ja que la presència d'aigua i de vegetació afavoreix l'abundància d'insectes i poden ser utilitzats com a corredors per al desplaçament. La seva activitat pot respondre de manera sensible a canvis en l'estructura de la ribera, en la disponibilitat d'aigua o en el grau d'alteració de l'entorn, fet que els converteix en un grup especialment interessant per estudiar el funcionament ecològic dels sistemes fluvials (López-Baucells et al., 2017). De fet, diversos estudis han posat de manifest la seva estreta relació amb els ambients de ribera tot i que sovint encara manquen dades detallades a escala local (López-Bosch et al., 2023).

Els petits mamífers, per la seva banda, constitueixen un conjunt divers d'espècies que tenen un paper fonamental en les xarxes tròfiques i en la dinàmica dels ecosistemes (Godó et



Figura 2. Pantà de Susqueda, a les Guilleries. © Marc Vilella.

al., 2022). Són presa de nombrosos depredadors, contribueixen a l'expansió d'arbres i plantes mitjançant la dispersió de llavors, intervenen en la regulació de poblacions d'invertebrats i responen amb sensibilitat a canvis en l'estructura del sòl, la cobertura vegetal o la disponibilitat d'aliment i refugi (Delibes-Mateos et al., 2011; Vilella et al., 2020). Tot i la seva importància, continuen sent un dels grups menys conegut en molts sectors del territori, en part perquè moltes de les espècies són difícils de detectar i requereixen l'ús de metodologies específiques de mostreig. Entendre com utilitzen els ambients fluvials i quin paper hi tenen és, encara avui, un repte científic i, alhora, una necessitat per a la conservació. En aquest grup el desconeixement és encara més notable per l'escassetat de treballs específics centrats en la seva relació

amb els hàbitats fluvials mediterranis. Això limita la comprensió del funcionament ecològic del territori i dificulta la definició de criteris sòlids per a la seva gestió i conservació.

Aquest projecte neix amb la voluntat d'aprofundir en el coneixement dels mamífers vinculats als ambients fluvials de les Guílleries i de contribuir a la valoració ecològica d'aquests sistemes. Amb aquest objectiu, l'estudi s'ha plantejat: (1) identificar les espècies presents; (2) caracteritzar la comunitat detectada, i (3) avaluar quina relació tenen aquests patrons amb les característiques ambientals dels rius i rieres del massís. D'aquesta manera, el treball vol aportar una eina rellevant tant per avançar en el coneixement de la fauna del massís com per orientar futures accions de seguiment i conservació.

Ratpenats i petits mamífers de les Guílleries

El coneixement base sobre els ratpenats i els petits mamífers de les Guílleries s'ha anat consolidant, sobretot, gràcies als programes de seguiment de mamífers impulsats pel Grup de Recerca BiBio, del Museu de Ciències Naturals de Granollers. En el cas dels ratpenats, la informació procedeix principalment dels diferents seguiments associats a aquestes espècies (www.ratpenats.org); a l'Espai Natural de les Guílleries-Savassona es recullen dades des de l'any 2005. I en el cas dels petits mamífers, el marc de referència és el Projecte Liró (www.lirons.org) i el Projecte SEMICE (www.semice.org), iniciats els anys 2008 i 2019 respectivament, que s'han incorporat també a les Guílleries-Savassona dins el Pla estratègic de seguiment i recerca de la Diputació de Barcelona. Aquest conjunt de dades permet disposar avui dia d'una base sòlida per descriure la fauna de mamífers de, si més no, una part de les Guílleries.

Taula 1. Catàleg d'espècies de quiròpters de l'Espai Natural de les Guilleries-Savassona que inclou la referència a l'estat de conservació, l'història i l'origen de les cites.

Espècie	Estat conservació ¹	Primera cita	Última cita	Protocol ²
<i>Barbastella barbastellus</i>	VU	2016	2025	H, Rf
<i>Cnephaeus serotinus</i>		2006	2006	Cp
<i>Hypsugo savii</i>		2006	2025	Cp, H
<i>Miniopterus schreibersii</i>	VU	2010	2025	Cp, H, Rf
<i>Myotis bechsteinii</i>	EN	2024	2025	Rf
<i>Myotis daubentonii</i>		2006	2025	Cp, Rf, Ri
<i>Myotis emarginatus</i>	VU	2005	2025	Cp, Rf
<i>Myotis escaleraei</i>		2020	2020	Cp
<i>Nyctalus leisleri</i>		2008	2025	Cx, Cp, O
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		2008	2025	Cp, H
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		2006	2025	Cx, Cp, H
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		2008	2025	Cp, H
<i>Plecotus austriacus</i>		2006	2020	Cp
<i>Rhinolophus euryale</i>	EN	2016	2025	H, Rf
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	VU	2014	2025	H, Rf
<i>Rhinolophus hipposideros</i>		2017	2025	Cp, H, O, Rf

1 Decret 172/2022 de fauna amenaçada de Catalunya. On VU: Vulnerable i EN: En perill d'extinció.
2 Protocol de seguiment des d'on s'han recollit dades relatives a l'espècie. On Cx: QuiroCaixes;
Cp: QuiroCaptures; H: QuiroHabitats; O: Observacions puntuals; Rf: QuiroRefugis, i Ri: QuiroRius.

Ratpenats

A Catalunya s'han detectat actualment 30 espècies de ratpenats o rates pinyades (Flaquer i Puig, 2012), encara que una d'aquestes, la ferradura mitjana (*Rhinolophus mehelyi*), ara s'hi considera extingida. De totes aquestes espècies, n'hi ha 16 que han estat registrades a l'Espai Natural de les Guilleries-Savassona, una xifra que posa de manifest la rellevància del massís per a la conservació dels quiròpters, especial-

ment si es té en compte la coexistència d'espècies forestals, aquàtiques, cavernícoles i generalistes. La llista disponible reflecteix, per tant, la diversitat d'hàbitats presents a les Guïlleries i el paper del massís com a espai favorable per a una comunitat de ratpenats especialment rica.

La taula 1 recull el resultat de diversos anys de seguiment i combinació de metodologies, i és precisament aquesta complementarietat la que permet construir una llista tan completa de les espècies presents a les Guïlleries. Entre totes aquestes metodologies, la bioacústica, basada en la detecció i anàlisi dels ultrasons que emeten els ratpenats durant el vol, és probablement la que ha tingut més pes en els estudis ecològics recents, tant pel seu caràcter no invasiu com per la possibilitat d'estandarditzar l'esforç de mostreig i obtenir sèries temporals comparables entre localitats i anys. Ara bé, aquest mètode no sempre permet identificar a escala d'espècie, i per això la informació acústica s'interpreta a partir dels anomenats grups fònics.

Els grups fònics s'entenen com a unitats de detecció acústica definides a partir de les característiques sonores dels crits dels ratpenats. En alguns casos corresponen a una sola espècie, mentre que en d'altres agrupen diverses espècies acústicament semblants. A les Guïlleries, aquesta aproximació permet detectar un conjunt concret de grups fònics que fan possible interpretar acústicament bona part de la comunitat de ratpenats present al massís:

- Ferradura petita (*Rhinolophus hipposideros*): estretament associada a cavitats i edificacions, sobretot en ambients amb coberta arbustiva o arbrada i amb presència d'aigua superficial. És una espècie sedentària i relativament discreta, sovint lligada a paisatges estructurats.
- Ferradura mediterrània (*Rhinolophus euryale*): espècie d'alt interès conservacionista, termòfila i molt vinculada

a refugis cavernícoles amb condicions estables. Les seves àrees de caça s'associen sobretot a paisatges fragmentats amb bosc, matollar i vores de vegetació ben conservades.

- Ferradura grossa (*Rhinolophus ferrumequinum*): vinculada a refugis estables i a paisatges amb cobertura arbrada i espais oberts. Utilitza sovint cavitats, mines, soterranis o edificis, i caça des de perxes o punts d'espera.
- Pipistrel·la comuna (*Pipistrellus pipistrellus*): una de les espècies més comunes i generalistes, amb gran capacitat d'ocupar ambients humanitzats. Es refugia en escletxes, arbres i construccions, i caça en una gran varietat d'hàbitats, sovint ambients agroforestals.
- *Pipistrellus pygmaeus*/*Miniopterus schreibersii*: grup fònic que agrupa dues espècies ecològicament diferents però acústicament similars. La pipistrel·la nana (*Pipistrellus pygmaeus*) s'associa sobretot a zones urbanes costeres, humides i amb vegetació de ribera, mentre que el ratpenat de cova (*Miniopterus schreibersii*) és una espècie cavernícola, gregària i de vol ràpid, que caça en espais oberts o per sobre de la vegetació.
- *Pipistrellus kuhlii*/*nathusii*: grup fònic de pipistrel·les de vol relativament ràpid, associades sobretot a ambients oberts o humanitzats. En el context de les Guilleries, s'interpreta, de manera especial, com a pipistrel·la de vores clares (*Pipistrellus kuhlii*), espècie fissurícola, molt sinantròpica i oportunista.
- Ratpenat muntanyenc (*Hypsugo savii*): espècie fissurícola i força adaptable, present tant en ambients rocosos i muntanyosos com en paisatges rurals, parcs i zones urbanes. Caça insectes aprofitant vores de bosc, ambients aquàtics i punts de llum artificial.



Figura 3. Espècies de ratpenats a les Guilleries. A: Ratpenat cuallarg (*Tadarida teniotis*); B: Ferradura grossa (*Rhinolophus ferrumequinum*); C: Nòctul petit (*Nyctalus leisleri*); D: Orellut gris (*Plecotus austriacus*); E: Rater d'aigua (*Myotis daubentonii*); F: Ratpenat de bosc (*Barbastella barbastellus*); G: Pipistrel·la comuna (*Pipistrellus pipistrellus*), i H: Ratpenat muntanyenc (*Hypsugo savii*). © Adrià López-Baucells.

- Ratpenat de bosc (*Barbastella barbastellus*): espècie principalment forestal, vinculada a masses arbrades madures i amb un interès conservacionista elevat. Utilitza sobretot refugis arboris, tot i que també pot ocupar edificis o cavitats, i la seva alimentació es basa en petits lepidòpters.
- *Myotis* petits (*Myotis* 50): grup fònic que agrupa raters de mida petita, alguns de clar caràcter forestal i d'altres estretament vinculats als ambients fluvials. Dins d'aquest grup, el rater d'aigua (*Myotis daubentonii*) és en especial rellevant perquè acostuma a caçar sobre cursos i làmines d'aigua.
- *Myotis* grans (*Myotis* 30): grup fònic associat als raters de mida gran, difícils de separar pel que fa a l'acústica. Representa només dues espècies de vol relativament lent que poden caçar a poca altura, sovint prop del sòl o de la vegetació.
- *Plecotus* sp.: grup fònic dels orelluts, difícil de separar acústicament per la semblança de les seves emissions. A les Guïlleries s'associa sobretot a l'orellut gris (*Plecotus austriacus*), una espècie que ocupa hàbitats molt diversos, però que sovint mostra una certa vinculació a construccions humanes i paisatges en mosaic.
- *Eptesicus*/*Nyctalus*/*Vespertilio*: grup fònic format per espècies de vol potent i emissions relativament greus, capaces d'explotar espais oberts, vores de bosc o zones de caça situades per sobre de la capçada. A les Guïlleries s'interpreta sobretot en relació amb tàxons com el nòctul petit (*Nyctalus leisleri*), de clara afinitat forestal.
- *Tadarida teniotis* / *Nyctalus lasiopterus*: grup fònic format per dues espècies de vol molt ràpid i potent. En el context de les Guïlleries, on no hi ha constància de nòctul gegant (*Nyctalus lasiopterus*), aquest grup s'interpreta princi-

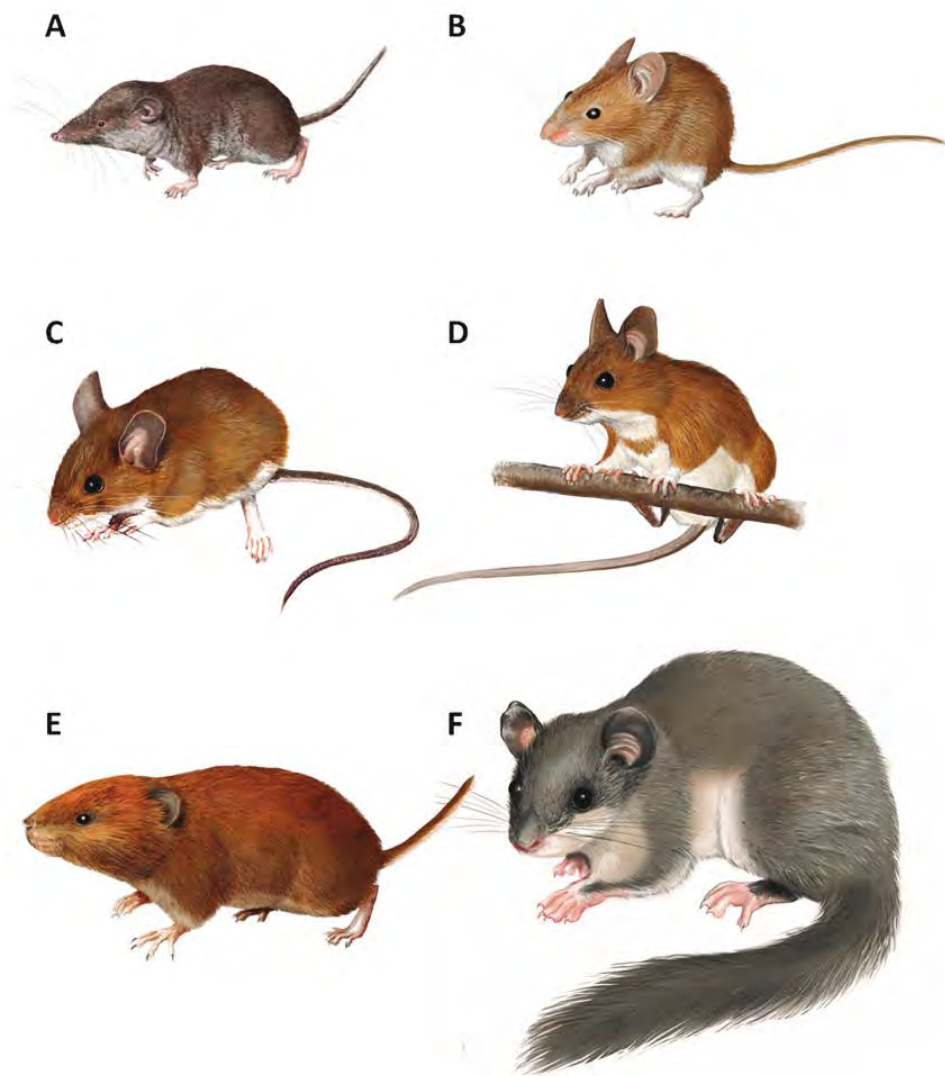


Figura 4. Principals petits mamífers a les Guilleries, de mida més petita a més gran. A: Musaranya comuna (*Crocidura russula*); B: Ratolí mediterrani occidental (*Mus spretus*); C: Ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*); D: Ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*); E: Talpó roig (*Clethrionomys glareolus*), i F: Liró gris (*Glis glis*). © Alfons Raspall.

palment com a ratpenat cuallarg (*Tadarida teniotis*), una espècie molt mòbil i capaç de recórrer grans distàncies, associada sobretot a espais oberts i a la caça en altura.

Petits mamífers

La comunitat coneguda de petits mamífers que pobla les Guïlleries apunta a un predomini d'espècies forestals. Les espècies confirmades fins ara inclouen tant tàxons generalistes, capaços d'ocupar una àmplia varietat d'hàbitats, com altres més estretament vinculades a boscos humits o caducifolis, el que perfila el paper del massís com a espai favorable per a petits mamífers propis de contextos eurosiberians i forestals.

Entre les espècies confirmades hi ha:

- Ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*): rosegador molt comú i ecològicament flexible, capaç d'ocupar una àmplia varietat d'hàbitats. La seva activitat és nocturna i té una dieta basada sobretot en llavors i altres recursos vegetals, que pot complementar amb petits invertebrats.
- Ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*): rosegador vinculat a boscos humits i caducifolis, propi d'ambients frescs. Presenta activitat arborícola, fet que li permet aprofitar recursos com aglans o fages abans que altres espècies.
- Musaranya comuna (*Crocidura russula*): petit insectívor de necessitats ambientals mediterrànies força adaptable, tot i que mostra preferència pels ambients oberts o poc boscosos. S'alimenta principalment de petits invertebrats i és una espècie activa i amb necessitats energètiques elevades.
- Talpó roig (*Clethrionomys glareolus*): rosegador típic de sectors boscosos humits i d'afinitat eurosiberiana. A dife-

rència d'altres talpons, no excava galeries subterrànies de manera marcada i manté una activitat sovint més visible en superfície.

- Ratolí mediterrani occidental (*Mus spretus*): petit rosegador propi d'ambients oberts i mediterranis, com són herbassars, conreus i matollars. És una espècie termòfila, escassa en boscos, amb una dieta basada en vegetals que pot complementar amb petits invertebrats.
- Liró gris (*Glis glis*): rosegador arborícola estretament lligat a boscos caducifolis humits, madurs i ben conservats. S'alimenta sobretot de fruits i llavors, com ara fruits secs, i presenta un cicle anual molt marcat per la hibernació.

Pel que fa als petits mamífers més estretament vinculats als cursos d'aigua, la possible presència de musaranyes d'aigua del gènere *Neomys* no està confirmada. La seva presència seria especialment rellevant per al massís des del punt de vista conservacionista. En prospeccions anteriors s'han localitzat alguns excrements compatibles amb aquest gènere a la conca de la riera Major, però aquestes mostres no han estat analitzades genèticament i, per tant, la seva presència al massís no es pot considerar confirmada.

Com que els petits mamífers fan desplaçaments curts i presenten distribucions sovint molt localitzades, encara persisteixen buits de coneixement importants sobre la seva distribució a les Guílleries. L'anàlisi de latrines de geneta que s'ha dut a terme prop de l'espai l'any 2007 (Torre et al., 2007) va identificar una comunitat molt diversa de petits mamífers, amb 15 espècies, i hi va registrar, a més de les espècies ja esmentades, presència d'altres com *Sorex minutus*, *Suncus etruscus*, *Talpa europaea*, *Microtus lavernedii*, *Microtus duodecimcostatus*, *Eliomys quercinus*, *Rattus rattus*, *Arvicola sapidus* i *Neomys anomalus*. Tanmateix, com

que es tracta d'un estudi de fa gairebé 20 anys i en punts situats als voltants de l'espai natural, aquestes dades s'han d'interpretar com a deteccions potencials i ben interessants de petits mamífers.

2. METODOLOGIA UTILITZADA

Zones mostrejades

L'estudi s'ha dut a terme a diversos trams fluvials de l'Espai d'Interès Natural (EIN) de les Guilleries, l'EIN Savassona i l'Espai Natural de les Guilleries-Savassona. S'ha mostrejat un seguit de zones amb l'objectiu d'incloure diferents ambients de ribera. El treball s'ha centrat en els principals cursos fluvials de l'espai, entre els quals destaquen la riera Major i la riera d'Osor, així com altres rieres i torrents secundaris. En conjunt, els punts seleccionats representen trams amb característiques diverses pel que fa a l'amplada del curs fluvial, el grau d'obertura de la vegetació, l'estructura de la ribera i la



Figura 5. Mapa d'actuació del treball, representat per l'EIN Guilleries, l'EIN Savassona i l'EN Guilleries-Savassona amb els principals cursos fluvials representats: el riu Ter, recorrent el límit nord, i les rieres Major i d'Osor. Els punts lila assenyalen cada curs fluvial mostrejat.

disponibilitat d'aigua. La localització exacta dels punts i els trams analitzats es mostra a la figura 5.

Mostreig a les rieres

El mostreig s'ha desenvolupat durant la primavera de 2025, entre els mesos d'abril i maig, al llarg de 15 cursos fluvials, tant principals com secundaris. Tot el treball de camp s'ha basat en metodologies no invasives, per evitar qualsevol estrès o impacte sobre la fauna. A cada curs fluvial s'hi han instal·lat dues càmeres de parament fotogràfic (col·loquialment mal anomenat «fototrampeig») destinades a la detecció de petits mamífers. Aquesta duplicació dels punts de mostreig respon al fet que moltes d'aquestes espècies presenten desplaçaments reduïts, de manera que la presència de dues càmeres dins de cada riu permet ampliar la capacitat de detecció dins del tram estudiat. Paral·lelament, a cada localitat també s'hi ha col·locat un detector d'ultrasons AudioMoth per al mostreig de ratpenats. Les metodologies específiques emprades per a cadascun d'aquests dos grups es detallen als apartats següents. A banda d'això, la caracterització ambiental de cada punt s'ha organitzat en tres blocs:

L'estructura del riu

L'estructura de cada curs fluvial s'ha caracteritzat mitjançant un transsecte de 150 metres recorregut a peu. Al llarg d'aquest tram, s'han registrat diferents variables destinades a descriure l'estructura dels marges i de la coberta vegetal (Munné et al., 2003).

S'ha descrit la tipologia dels marges fluvials, diferenciant entre marges rocosos, platges, talussos de terra, sectors amb herba, canyissars o zones amb vegetació llenyosa. Aquesta caracterització s'ha completat amb l'estimació del percen-

tatge de cobertura arbòria i el percentatge d'ombreig del riu. Finalment, també s'han anotat les possibles intervencions antròpiques.

Característiques de l'aigua

La caracterització de l'aigua s'ha incorporat a l'estudi amb l'objectiu d'obtenir una aproximació a l'estat del medi aquàtic de cada riu; les condicions de l'aigua constitueixen un component fonamental de l'hàbitat i poden influir en la fauna associada (Kalogianni et al., 2017). Per això, s'han pres mesures fisicoquímiques *in situ* mitjançant una sonda multiparamètrica MultiLine® 3630 IDS, amb la qual s'han enregistrat la conductivitat elèctrica, la temperatura, el percentatge d'oxigen dissolt a l'aigua i el pH. Són paràmetres bàsics que

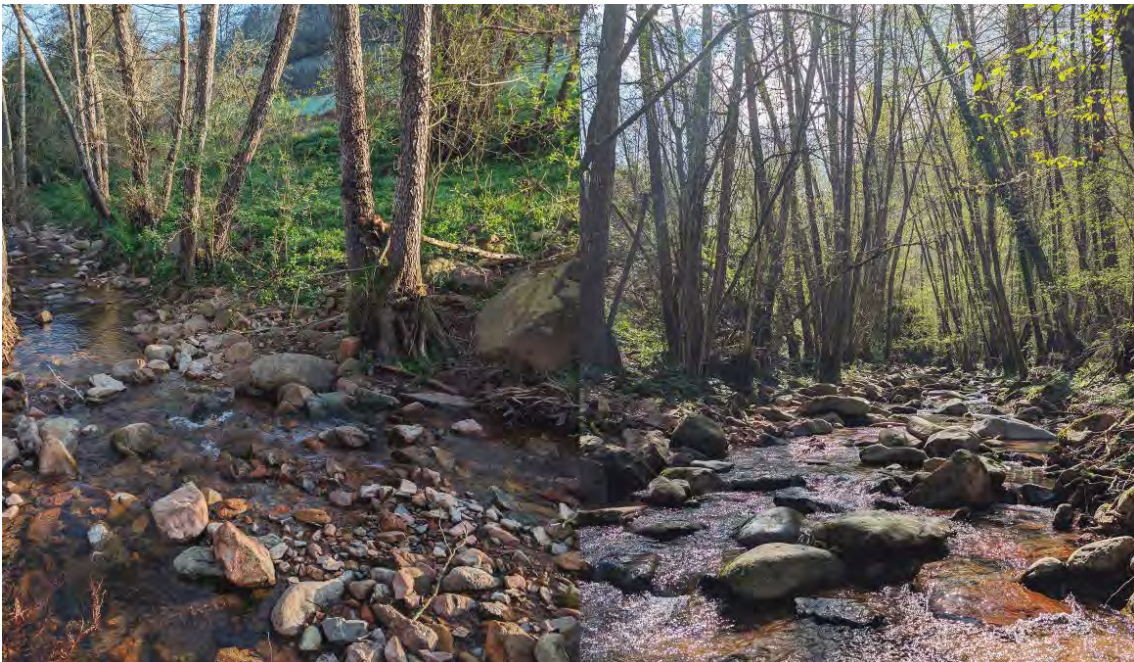


Figura 6. Dos dels rius mostrejats: torrent de Can Dodes (esquerra), amb baixa cobertura arbòria, i riera de Castanyadell (dreta), amb alta cobertura. © César Llanos-Guerrero.

permeten descriure algunes de les característiques generals de l'aigua de cada punt mostrejat.

A més, s'ha dut a terme un mostreig estandarditzat de macroinvertebrats aquàtics per obtenir un indicador biològic de la qualitat de l'aigua. A cada tram fluvial estudiat, s'hi han fet tres mostreigs estandarditzats de macroinvertebrats, tot remenant el substrat del fons perquè els organismes es despreguessin i es poguessin recollir amb un salabret. Posteriorment, el contingut de cada mostra s'ha dipositat en safates blanques per facilitar-ne l'observació i la classificació per famílies, registrant-ne la presència. A partir d'aquesta informació s'ha calculat l'índex IBMWP, basat en la riquesa de famílies presents, que permet obtenir una estimació de la qualitat biològica de l'aigua.

Microhàbitat

S'ha descrit l'entorn de cada punt de parament fotogràfic, atès que les característiques del microhàbitat poden influir



Figura 7. Mostreig de macroinvertebrats aquàtics. Recollida amb un salabret (esquerra) i identificació *in situ* (dreta). © Estel Blanch (esquerra) i César Llanos-Guerrero (dreta).

en la detectabilitat dels petits mamífers (Galantinho *et al.*, 2026). Al voltant de cada càmera s'han registrat variables relatives a l'estructura de l'entorn, incloent-hi el percentatge de sòl nu, virosta i roques, així com la cobertura d'herbàcies i vegetació llenyosa en diferents franges d'altura: per sota de 50 cm, entre 50 cm i 1,5 m, i per sobre d'1,5 m. Igualment, s'han mesurat altres elements rellevants de l'entorn, com la distància fins als murs de pedra, que poden actuar en qualitat de refugi, i la distància als 5 arbres més pròxims, juntament amb el perímetre de cadascun.

Mostreig de petits mamífers

Per al mostreig dels petits mamífers, a cada riu s'hi han instal·lat dues càmeres de parament fotogràfic separades aproximadament 100 metres al llarg del curs fluvial. Cada dispositiu s'ha col·locat a dins d'un túnel dissenyat específicament per afavorir la detecció de petits mamífers. Les càmeres s'han



Figura 8. Heterogeneïtat de microhàbitat al voltant d'una de les càmeres de parament fotogràfic.
© César Llanos-Guerrero.

mantingut actives durant 4 setmanes a cada punt de mostreig (Fink i Jachowski, 2025; Verhees et al., 2024).

Aquesta metodologia representa una aproximació relativament nova per a l'estudi dels petits mamífers, especialment rellevant perquè permet detectar-ne la presència sense necessitat de captura, que fins ara havia estat una de les vies més habituals per estudiar aquest grup. D'aquesta manera, el mostreig s'ha pogut dur a terme des d'un enfocament no invasiu, evitant la manipulació dels animals i l'impacte en la fauna. L'ús de mètodes no invasius és una tendència innovadora en els últims anys per als treballs de petits mamífers, que encara costa d'implementar per la dificultat de detecció de les espècies (Bartrina et al., 2024; Ferreira et al., 2018).

Al mateix temps, l'ús de càmeres ha ofert avantatges pràctics importants respecte als mètodes basats en captures. D'una banda, ha permès mantenir el mostreig de manera continuada durant un període llarg de temps. De l'altra, ha facilitat el mostreig simultani en diversos punts, ampliant l'esforç de detecció i fent possible cobrir més punts alhora.

Els túnels utilitzats han estat de $50 \times 16 \times 15$ cm (llargada $\times$ amplada $\times$ alçària) i s'han construït amb polipropilè reciclat. S'han instal·lat arran de terra, de manera que els animals hi poguessin accedir de forma natural durant els seus desplaçaments. Al l'interior de cada túnel s'hi ha col·locat una càmera Victure HC100 configurada en mode vídeo, amb resolució màxima, il·luminació infraroja en sensibilitat baixa, un retard postactivació de 5 segons i amb clips de 10 segons de durada. No s'han utilitzat atraients, de manera que la detecció s'ha basat exclusivament en el pas i l'activitat habitual dels animals.

Cal tenir en compte, però, que la identificació a partir de les imatges no sempre s'ha pogut resoldre amb la mateixa preci-



Figura 9. Càmera de parament fotogràfic dins d'un túnel per a la detecció de petits mamífers.
© César Llanos-Guerrero.

sió per a totes les espècies. En particular, en el cas del ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*) i el ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*), les imatges obtingudes no han permès discriminar de manera fiable entre totes dues espècies. Per això, aquests registres s'han considerat conjuntament com a *Apodemus* sp.

Mostreig de ratpenats

Per al mostreig dels ratpenats s'han fet servir detectors d'ultrasons AudioMoth, programats per enregistrar des de 30 minuts abans de la posta de sol fins a 30 minuts després de la sortida del sol, seguint el protocol QuiroHàbitats del Programa de Seguiment de Ratpenats liderat pel Museu de Ciències Naturals de Granollers (Mayordomo-Herranz et al.,



Figura 10. Detector d'ultrasons AudioMoth al riu per a la detecció de ratpenats. © César Llanos-Guerrero.

2026; Tuneu Corral et al., 2025). Els detectors s'han col·locat aproximadament a un metre d'altura i orientats cap al riu, amb l'objectiu de registrar l'activitat acústica dels ratpenats associada a aquests ambients.

Les gravacions obtingudes s'han processat al centre de supercomputació del Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC) mitjançant el classificador automàtic Kaleidoscope, de Wildlife Acoustics (EUA). Amb posterioritat, els resultats s'han sotmès a una validació manual per revisar i depurar les assignacions automàtiques.

Durant aquest procés, els registres acústics s'han assignat a alguna espècie sempre que ha estat possible. En aquells casos en què la identificació no s'ha pogut resoldre amb prou

fiabilitat, les gravacions s'han classificat en grups fònics, com s'ha explicat anteriorment.

Anàlisi de les dades

Una vegada recopilades les dades de fauna i les variables ambientals de cada riu, s'ha analitzat la relació entre les condicions de l'hàbitat i l'activitat observada en petits mamífers i ratpenats. Atès que els dos grups s'han mostrejat amb metodologies diferents i generen tipus de dades també diferents, l'anàlisi s'ha plantejat de manera específica per a cadascun d'aquests:

- Per als petits mamífers, la unitat d'anàlisi ha estat la càmera. A partir de les deteccions obtingudes, s'han calculat índexs d'abundància per als tàxons més rellevants, com són: el ratolí de bosc / lleonat (*Apodemus* sp.) i la musaranya comuna (*Crocidura russula*). Les càmeres que no han aportat dades vàlides per errors tècnics o robatori no s'han incorporat.
- Per als ratpenats, la unitat d'anàlisi ha estat la nit. A partir de les gravacions, s'ha calculat per a cada nit el nombre total de deteccions, és a dir, els enregistraments de 5 segons de duració associats a una espècie de ratpenat o grup fònic, i la riquesa de tàxons detectats per riu. Les estacions que no han generat dades vàlides per error tècnic o robatori del detector han quedat excloses de l'anàlisi.

Pel que fa a les variables ambientals, en els petits mamífers s'ha combinat l'estructura de microhàbitat associada a cada càmera amb els indicadors i hàbitat generals del curs fluvial, mentre que en els ratpenats s'han considerat només les variables del riu o riera. Abans d'ajustar els models, s'ha revisat la col·linealitat entre variables mitjançant correlacions i valors de VIF, i les covariables seleccionades s'han estandarditzat per facilitar-ne la comparació en els models.

L'anàlisi estadística s'ha basat en models mixtos. En el cas dels petits mamífers, s'ha modelitzat l'activitat a cada càmera a partir de les variables de microhàbitat i de les característiques del riu. En el cas dels ratpenats, s'ha modelitzat l'activitat acústica en relació amb les característiques del riu. Com que en aquest segon cas la variable resposta consistia en recomptes de deteccions i les dades presentaven sobre-dispersió, s'han fet servir models mixtos amb distribució binomial negativa. En tots els casos s'ha incorporat el riu com a efecte aleatori, per tenir en compte la no-independència de les observacions dins de cada punt de mostreig.

La selecció dels models s'ha fet a partir del criteri AICc amb la solució més parsimoniosa (Burnham i Anderson, 2002). Aquest enfocament permet identificar quines variables ambientals mostren una relació més clara amb l'activitat dels dos grups estudiats i explorar quins components de l'hàbitat poden tenir un paper més rellevant en la seva distribució.

3.

RESULTATS OBTINGUTS

Caracterització dels cursos fluvials

Els resultats dels diferents cursos fluvials han mostrat variabilitat ambiental, tant pel que fa a les característiques fisicoquímiques de l'aigua com a la qualitat biològica i a l'estructura de l'hàbitat (taula 2). Els valors obtinguts s'han mantingut dins dels rangs esperables per a cursos fluvials de muntanya mitjana i ambients forestals, sense indicis de condicions especialment alterades (Lazaridou-Dimitriadou, 2002). Aquesta heterogeneïtat ha permès incloure trams fluvials diferents de cadascun dels rius i rieres analitzats.

Taula 2. Valors físics, químics i índexs biològics de l'aigua.

Curs fluvial	pH	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	Conductivitat (µS/cm)	T.(°C)	IBMWP
1. Torrent de Can Dodes	7,86	102,4	11,85	272	6,9	72
2. Riera Major	8,02	104,8	12,12	259	7,4	69
3. Riera de Castanyadell	7,87	104,1	11,49	172	8,7	42
4. Torrent de les Fagedes 1	8,11	114,0	13,26	382	6,9	22
5. Torrent de l'Aiguardent	8,34	103,4	12,62	598	5,6	50
6. Torrent de les Fagedes	7,89	101,0	11,57	385	7,5	34
7. Torrent dels Romanins	8,25	107,3	13,01	534	5,5	74
8. Riera de Sant Julià	7,46	47,0	5,25	452	7,5	*

9. Torrent de l'Infern	8,22	114,5	11,97	538	10,8	32
10. Sot del Clascar	7,50	99,0	11,00	140	9,7	22
11. Riera de Sant Gregori	7,23	100,7	11,08	127	9,4	53
12. Riera d'Horta	7,73	103,7	12,00	242	7,6	76
13. Sot de la Noguera	7,84	102,5	11,70	205	8,4	53
14. Riera d'Osor	7,85	104,1	12,14	214	7,4	43
15. Riera del Molí Roquer	7,74	104,3	12,21	164	5,5	4

*La riera de Sant Julià no presentava una tipologia de riu per a obtenir els índexs biològics.

Des del punt de vista fisicoquímic, els valors obtinguts han indicat, en general, aigües neutres o lleugerament bàsiques, amb un pH comprès entre 7,23 i 8,34. Aquest rang mostra condicions químiques normals dels cursos fluvials estudiats.

Els nivells d'oxigen dissolt han estat elevats a la major part de les localitats, habitualment entre 11,0 i 13,3 mg/L, i amb percentatges de saturació pròxims o superiors al 100%. Aquesta variable és especialment important perquè informa sobre el grau d'oxigenació de l'aigua, un aspecte central per a molts organismes aquàtics i per al funcionament ecològic del riu. La riera de Sant Julià ha presentat valors molt inferiors als de la resta, amb només 5,25 mg/L d'oxigen dissolt i un 47% de saturació, probablement pel fet que és un curs d'aigua poc cabalós i de règim estacional.

La conductivitat elèctrica ha estat la variable que ha mostrat un rang més ampli, amb valors entre 127,2 i 598,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aquesta mesura reflecteix de manera indirecta la quantitat d'ions dissolts a l'aigua i, per tant, aporta informació sobre el grau de mineralització del riu. Els valors registrats en aquest estudi corresponen a un rang baix o moderat, indicant, sobretot, contrastos naturals o locals.

La temperatura de l'aigua ha variat entre punts, amb valors mínims de 5,5 °C i màxims de 10,8 °C, degut especialment a la variabilitat de l'ombra en els rius i l'hora de la mesura. Cal tenir en compte, a més, que els nivells d'oxigen dissolt varien amb la temperatura, de manera que poden experimentar fluctuacions al llarg del dia.

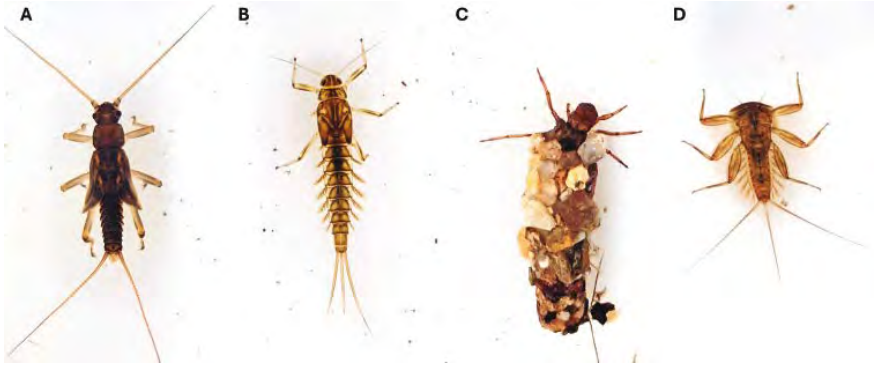


Figura 11. Famílies de macroinvertebrats identificades als rius i rieres de les Guillerries. A: *Nemouridae*; B: *Baetidae*; C: *Limnephilidae*, i D: *Heptageniidae*. © César Llanos-Guerrero.

Aquesta variabilitat també s'ha reflectit en els indicadors biològics, amb valors de l'IBMWP entre 4 i 76. Els macroinvertebrats responen de manera sensible a les condicions del medi fluvial i, per tant, permeten captar diferències ecològiques entre rius que no sempre es poden resumir en una sola variable fisicoquímica. En rius mediterranis, la bibliografia ha fet servir sovint valors d'IBMWP superiors a 100 com a referència de qualitat elevada (Alba-Tercedor; i Sánchez-Ordóñez, 1988). Tanmateix, en aquest estudi el mostreig de macroinvertebrats no s'ha plantejat com una caracterització exhaustiva de cada riu, sinó com una eina estandarditzada per comparar localitats entre si. Això pot haver deixat fora alguns microhàbitats i contribuir a valors més baixos que els d'estudis específics, però continua sent útil per descriure la variació entre els rius mostrejats. En aquest context, el valor

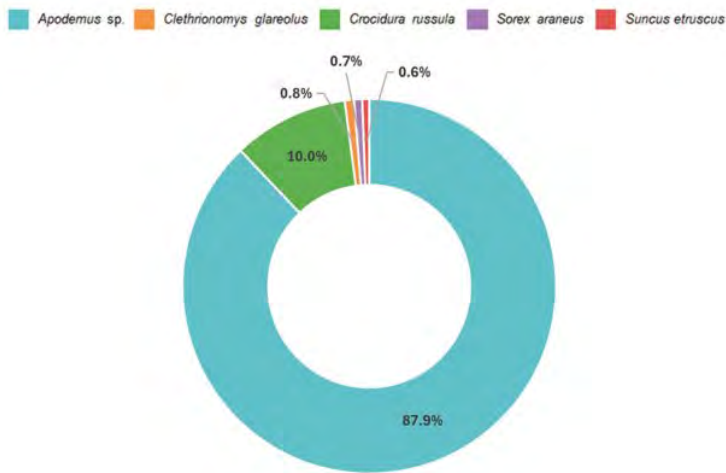
mínim de 4 observat a la riera del Molí Roquer s'ha d'interpretar amb prudència, perquè el substrat era sorrenc i aquest mètode hi va permetre detectar molt poques espècies. Així doncs, és més útil entendre aquests valors com una comparació que mostra que alguns rius han presentat comunitats de macroinvertebrats relativament més riques que d'altres i reflecteixen, per tant, variació en les condicions de l'aigua.

Petits mamífers

El mostreig amb càmeres de parament fotogràfic ha obtingut 717 deteccions independents de 5 espècies diferents de petits mamífers. El patró observat manté l'estructura coneguda, amb un predomini clar de les deteccions de ratolí de bosc / leonat (*Apodemus* sp.), seguides de les de musaranya comuna (*Crocidura russula*) i de talpó roig (*Clethrionomys glareolus*) (taules 3 i 4). En conjunt, aquesta comunitat respon sobretot al perfil esperable d'un massís mediterrani forestal (Llanos-Guerrero et al., 2024), dominat per espècies comunes i generalistes, però al mateix temps incorpora elements que reforcen el paper de les Guilleries com a espai refugi per a tàxons d'afinitats més eurosiberianes.

La detecció de la musaranya cuaquadrada (*Sorex araneus*), no constatada fins ara en aquest espai natural, i la de la musaranya etrusca (*Suncus etruscus*), coneguda només a partir d'egagròpiles i excrements, constitueixen una de les aportacions més destacades d'aquest treball i mostren el potencial d'aquesta metodologia per completar el coneixement de la comunitat de petits mamífers.

Figura 12. Deteccions totals de petits mamífers a les Guillerries.



Taula 3. Espècies de petits mamífers detectades a les Guillerries. Per a cada espècie s'indica el nombre total de deteccions independents, el nombre de càmeres on s'ha detectat i el nombre de cursos fluvials on s'ha registrat.

Espècie	Deteccions totals	Càmeres	Cursos fluvials
Ratolí de bosc o lleonat (<i>Apodemus sp.</i>)	630	25	15
Musaranya comuna (<i>Crocidura russula</i>)	72	17	11
Talpó roig (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	6	4	3
Musaranya cuaquadrada (<i>Sorex araneus</i>)	5	1	1
Musaranya etrusca (<i>Suncus etruscus</i>)	4	2	2

Aquest resultat encaixa bé amb el paper ecològic conegut de l'*Apodemus*, un gènere de petits mamífers àmpliament distribuït i molt representat en nombrosos ambients mediterranis i forestals. En el context de les Guillerries, aquest domini pot ser tant pel caràcter generalista del ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*) com també pot ser per la presència del ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*), més vinculat a boscos humits i caducifolis (Torre et al., 2009). Així, el domini d'aquests ratolins suggereix que en els rius troben cobertura, refugi i prou recursos.



Figura 13. Ratolí de bosc o leonat (*Apodemus* sp.)



Figura 14. Musaranya comuna (*Crocidura russula*).



Figura 15. Talpó roig (*Clethrionomys glareolus*).

La musaranya comuna (*Crocidura russula*) ha estat també abundant, tot i que en un paper secundari respecte de l'*Apodemus*. La seva presència encaixa bé amb el perfil ecològic d'una espècie de necessitats mediterrànies, àmpliament distribuïda i habitual sobretot en hàbitats oberts o en marges de bosc amb bona cobertura vegetal a nivell del sòl (Torre et al., 2014). En aquest sentit, la seva detecció suggereix que els rius no només funcionen com a ambients forestals, sinó també com a espais de transició i cobertura baixa favorables per a petits insectívors terrestres.

La presència de talpó roig (*Clethrionomys glareolus*) és interessant perquè es tracta d'una espècie vinculada de manera especial a boscos frescals i humits, amb necessitats més eurosiberianes, que en la península Ibèrica mostra el límit meridional de la seva distribució (Palomo et al., 2007). La seva detecció reivindica el paper dels boscos i rius del massís com a refugis per a espècies d'afinitats continentals (de la Huerta-Schliemann et al., 2025). Aquests ambients poden mantenir encara condicions de fred i humitat que, en una regió mediterrània, afavoreixen la persistència d'espècies amb necessitats ecològiques menys termòfiles.

Un indicador semblant el trobem també en la musaranya cuaquadrada (*Sorex araneus*), una altra espècie d'interès biogeogràfic que, a la península Ibèrica, està limitada a determinades zones de Catalunya (Palomo et al., 2007). Igual que passa amb el talpó roig, es tracta d'un petit mamífer vinculat a ambients eurosiberians. En aquest context, la seva detecció reforça la idea que els boscos i rius de les Guàrdies poden actuar com a refugis bioclimàtics per a aquestes espècies (Benedek et al., 2022). A més, aquesta observació té un valor especial perquè representa la primera confirmació de l'espècie a les Guàrdies. Fins ara, les referències existents procedien d'egagròpiles recollides en zones properes, però no d'un registre directe obtingut al mateix massís.



Figura 16. Musaranya cuaquadrada (*Sorex araneus*).



Figura 17. Musaranya etrusca (*Suncus etruscus*).

D'entre tots els petits mamífers detectats, la musaranya etrusca (*Suncus etruscus*) és la més petita. De fet, es tracta d'un dels mamífers més petits del món, una característica que ajuda a entendre fins a quin punt és una espècie discreta i difícil de detectar (Nowak, 1999). Tot i ser una espècie àmpliament distribuïda en ecosistemes mediterranis (Palomo et al., 2007), la seva mida fa que passi desapercebuda amb els mètodes convencionals. La seva detecció té un interès particular, perquè mostra la utilitat del parament fotogràfic per registrar espècies que probablement quedarien infrarepresentades, ja que el mètode tradicional de paranys no detecta aquesta espècie degut al fet que el seu poc pes no és capaç d'activar el mecanisme del parany (Vogel, 2012). Aquest tipus

de deteccions poden ser especialment valuoses de cara al futur per obtenir informació sobre l'ús de l'hàbitat i l'ecologia de l'espècie, actualment molt poc coneguda.

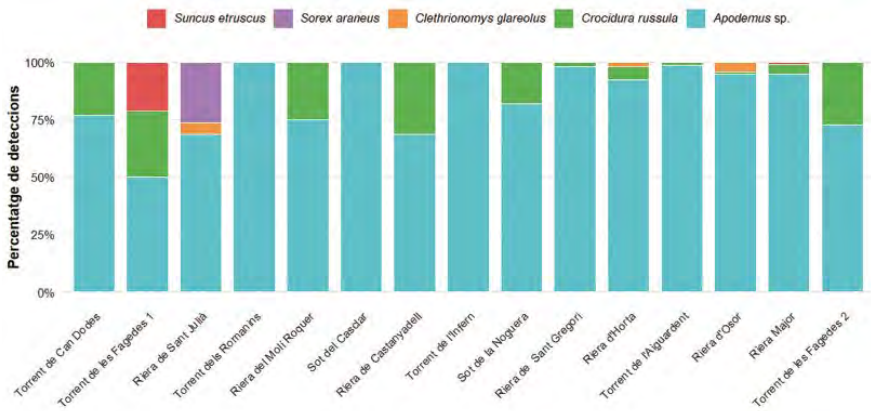
Taula 4. Deteccions de petits mamífers a cada riu i càmera a les Guílleries.

Curs fluvial	Càmera	Dies	Deteccions	<i>Apodemus</i> sp.	<i>Crocidura russula</i>	<i>Suncus etruscus</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>	<i>Sorex araneus</i>
1. Torrent de Can Dodes	A	30	4	2	2	0	0	0
	B	30	9	8	1	0	0	0
2. Riera Major	A	29	87	83	4	0	0	0
	B	24	11	10	0	1	0	0
3. Riera de Castanyadell	A	29	23	16	7	0	0	0
	B	29	12	8	4	0	0	0
4. Torrent de les Fagedes 1	A	29	4	0	4	0	0	0
	B	29	10	7	0	3	0	0
5. Torrent de l'Aiguardent	A	29	30	30	0	0	0	0
	B	29	45	44	1	0	0	0
6. Torrent de les Fagedes 2	A	29	76	50	26	0	0	0
	B	29	30	27	3	0	0	0
7. Torrent dels Romanins	A	29	24	24	0	0	0	0
	B	*	*	*	*	*	*	*
8. Riera de Sant Julià	A	29	19	13	0	0	1	5
	B	29	0	0	0	0	0	0
9. Torrent de l'Infern	A	27	36	36	0	0	0	0
	B	*	*	*	*	*	*	*
10. Sot del Clascar	A	27	28	28	0	0	0	0
	B	*	*	*	*	*	*	*
11. Riera de Sant Gregori	A	27	11	10	1	0	0	0
	B	27	37	37	0	0	0	0
12. Riera d' Horta	A	27	36	34	2	0	0	0
	B	27	16	14	1	0	1	0

13. Sot de la Noguera	A	27	30	26	4	0	0	0
	B	27	14	10	4	0	0	0
14. Riera d'Osor	A	27	28	25	0	0	3	0
	B	27	69	67	1	0	1	0
15. Riera del Molí Roquer	A	27	20	16	4	0	0	0
	B	27	8	5	3	0	0	0

*Càmeres que no s'han pogut analitzar per error tècnic o robatori.

Figura 18. Comunitat de petits mamífers dels diferents cursos fluvials de les Guilleries.



Cal destacar que no s'ha obtingut cap detecció de musaranya d'aigua del gènere *Neomys*. Aquesta absència no permet confirmar que no siguin presents al massís, en especial tenint en compte que hi ha hagut alguns indicis previs compatibles amb la seva possible presència i que, si en realitat hi són, probablement mantenen poblacions molt reduïdes. Tot plegat en dificulta encara més la detecció i suggereix que caldria ampliar l'esforç de mostreig, tant en nombre de rius com de punts, per poder valorar millor la seva possible presència a les Guilleries.

En aquest sentit, també cal tenir present que entre les deteccions no objectiu del mostreig (taula 5) ha aparegut el visó americà (*Neogale vison*), una espècie invasora la presència de

la qual s'ha relacionat directament amb la regressió d'aquestes espècies de petits mamífers semiaquàtics (García-Díaz et al., 2013). Tot i que en aquest estudi la seva detecció ha estat puntual, el registre té interès perquè l'espècie s'havia localitzat amb anterioritat a la riera d'Osor (Vilella et al., 2021) i ara s'ha tornat a descobrir a la riera de Castanyadell, fet que confirma la seva presència en més d'un curs fluvial del massís. Això reforça l'interès de continuar aprofundint en l'estat de conservació dels petits mamífers semiaquàtics als rius i rieres de les Guilleries.

Taula 5. Deteccions d'espècies de mamífers terrestres de les Guilleries que no eren l'objectiu d'aquest estudi.

Espècie	Deteccions totals	Càmeres	Rius
Fagina (<i>Martes foina</i>)	20	6	4
Senglar (<i>Sus scrofa</i>)	16	8	8
Geneta (<i>Genetta genetta</i>)	11	6	4
Cabirol (<i>Capreolus capreolus</i>)	8	3	3
Gat domèstic (<i>Felis catus</i>)	8	3	3
Guineu (<i>Vulpes vulpes</i>)	4	1	1
Gos (<i>Canis familiaris</i>)	2	1	1
Llúdriga (<i>Lutra lutra</i>)	1	1	1
Visó americà (<i>Neogale vison</i>)	1	1	1

Al mateix temps, cal tenir en compte que altres espècies de petits mamífers potencialment presents, com el ratolí mediterrani occidental (*Mus spretus*), la musaranya menuda eurasiàtica (*Sorex minutus*), la cellarda (*Eliomys quercinus*) i talpons i rates del gènere *Microtus* o *Rattus*, no s'han detectat en aquest mostreig. Aquesta absència no n'implica necessàriament la manca al massís, sinó que reflecteix les limitacions inherents de la metodologia i el caràcter sovint esquiu o poc detectable d'aquestes espècies poc abundants.

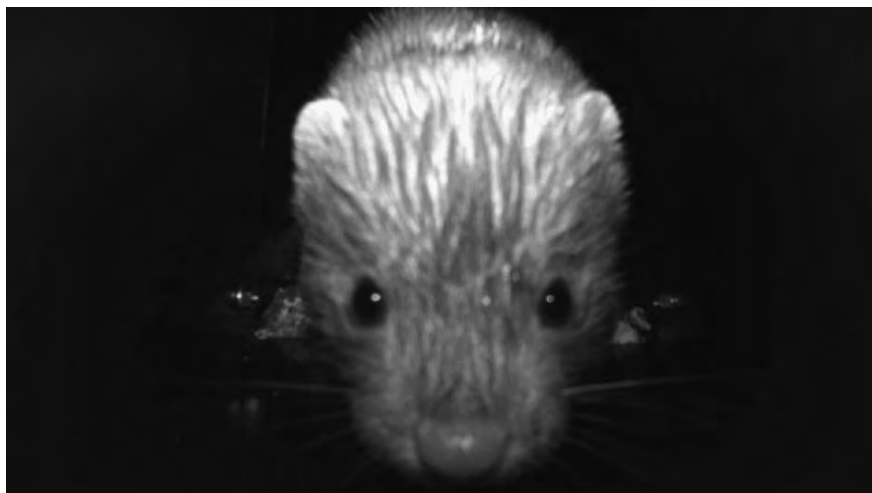


Figura 19. Visó americà (*Neogale vison*).

En aquest sentit, un seguiment continuat i la combinació de diferents tècniques de mostreig són probablement la millor via per obtenir una imatge més completa de la comunitat.

Ratpenats

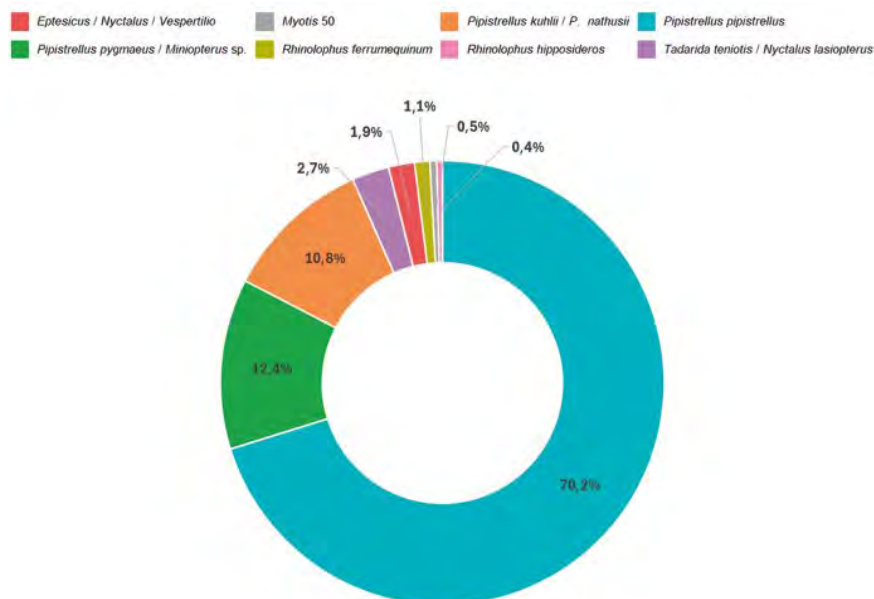
El mostreig ha obtingut 8.751 deteccions totals de 8 espècies /grups fònics de ratpenats, el que indica que és una comunitat diversa, amb un predomini de tàxons generalistes i la presència de grups especialistes propis d'ambients fluvials i forestals (taula 6). L'activitat dels ratpenats no ha estat homogènia entre els rius i rieres mostrejats. Alguns trams han concentrat moltes més deteccions que d'altres, i aquesta diferència també s'ha reflectit en la riquesa de tàxons detectats (taula 7). Aquest resultat indica que, fins i tot dins d'una xarxa formada principalment per rieres i torrents secundaris, no tots els cursos ofereixen les mateixes condicions per allotjar certes espècies de ratpenats.

Taula 6. Deteccions totals de ratpenats a cada curs fluvial de les Guillerries. Falten alguns trams fluvials, per robatori o algun error tècnic dels detectors.

Curs fluvial	Deteccions totals	Riquesa espècies	Nits totals
1. Torrent de Can Dodes	32	5	3
3. Riera de Castanyadell	289	7	3
4. Torrent de les Fagedes 1	333	7	3
5. Torrent de l'Aiguardent	453	7	3
6. Torrent de les Fagedes 2	795	7	3
8. Riera de Sant Julià	32	3	3
9. Torrent de l'Infern	6.476	7	3
11. Riera de Sant Gregori	167	5	3
15. Riera del Molí Roquer	174	6	3

En conjunt, les espècies detectades s'ajusten bé a allò que era esperable en un mostreig acústic d'aquest tipus (De Conno et al., 2018) i han aportat noves informacions sobre espècies que ja estaven registrades a l'espai natural. La major part dels punts mostrejats no corresponen a grans rius oberts, que acostumen a oferir condicions òptimes per al vol i la caça dels ratpenats, sinó sobretot a rieres petites, torrents i cursos secundaris. Amb l'excepció de la riera Major i la riera d'Osor, la majoria de trams estudiats presenten una estructura fluvial menys oberta, de manera que representen hàbitats aparentment menys freqüentats pels ratpenats. Precisament per això, la detecció d'una comunitat diversa en aquest tipus de cursos és molt informativa, ja que indica que la xarxa secundària de rieres i torrents també té un paper funcional per als ratpenats, tant com a espai d'alimentació com de desplaçament dins del paisatge forestal. El grup fònic *Myotis* 50, a més, podria incloure diverses espècies forestals diferents, presents al massís.

Figura 20. Deteccions totals de ratpenats a les Guïlleries.



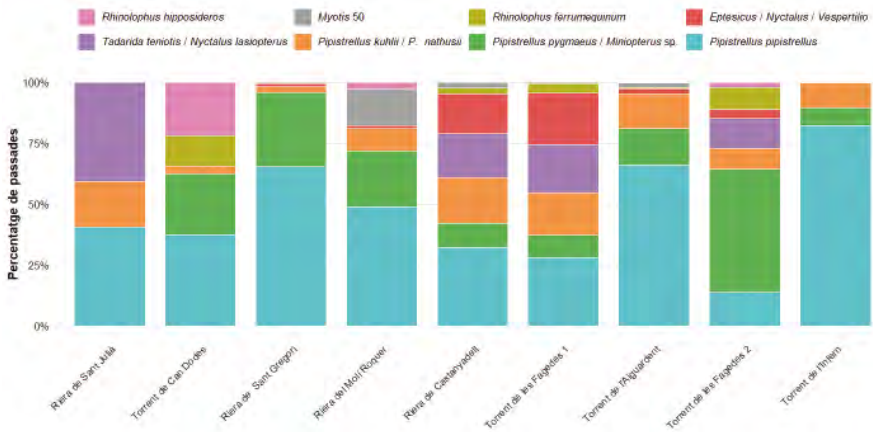
Algunes espècies potencialment detectables, com el ratpenat de bosc (*Barbastella barbastellus*), el ratpenat muntanyenc (*Hypsugo savii*), la ferradura mediterrània (*Rhinolophus euryale*), els raters grans (grup de *Myotis* 30) i els orelluts (*Plecotus* sp.), no han aparegut al llarg d'aquests mostreigs. Aquesta absència de deteccions suggereix que, o bé els ambients mostrejats, formats principalment per rieres secundàries i en molts casos per trams amb una vegetació força tancada, presenten condicions que no afavoreixen la seva presència, o bé que aquestes espècies es troben en densitats tan baixes (o absents) que costa detectar-les.

Taula 7. Espècies de ratpenats detectades a les Guilleries.

Espècie	Deteccions totals	Rius	Nits detectat
Pipistrel·la comuna (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	6.142	9	25
Pipistrel·la nana (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)* / <i>Miniopterus</i>	1.087	8	21
Pipistrel·la de vores clares (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)* / <i>P. nathusii</i>	944	9	22
Ratpenat cuallarg (<i>Tadarida teniotis</i>)* / <i>Nyctalus lasiopterus</i>	239	5	13
Ratpenat dels graners/nòctuls/argentat (<i>Eptesicus</i> / <i>Nyctalus</i> / <i>Vespertilio</i>)	162	7	15
Ferradura grossa (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	99	6	14
Raters petits (<i>Myotis</i> 50; <i>Myotis daubentonii</i> *)	47	6	9
Ferradura petita (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	31	4	7

* Espècie a la qual es poden associar principalment les deteccions dins del grup fònic.

Figura 21. Representació de la comunitat de ratpenats per curs fluvial de les Guilleries.



En aquesta comunitat, les deteccions han estat dominades sobretot per espècies del gènere *Pipistrellus*. En el cas dels grups fònics, i tenint en compte el coneixement previ dels ratpenats de les Guilleries, les deteccions atribuïdes al grup *Pipistrellus pygmaeus* / *Miniopterus* probablement corresponen en la seva majoria a la pipistrel·la nana (*Pipistrellus pygmaeus*), ja que el ratpenat de cova (*Miniopterus schrei-*

bersii), tot i ser present a la zona, és una espècie cavernícola menys abundant en aquest context (Zachos, 2020). De manera semblant, les deteccions assignades al complex *Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii* es poden interpretar aquí com a corresponents a la pipistrel·la de vores clares (*Pipistrellus kuhlii*), atesa l'absència coneguda de pipistrel·la de Nathusius (*P. nathusii*) a l'àrea d'estudi (Flaquer et al., 2004). Aquest predomini del gènere *Pipistrellus* és coherent amb el caràcter generalista i flexible d'aquests ratpenats, capaços d'utilitzar una gran varietat d'hàbitats (Lisón i Calvo, 2013). En el context dels rius i rieres de les Guillerries, això indica que, malgrat no ser especialment grans, els cursos fluvials són utilitzats de manera habitual per les espècies més versàtils i oportunistes.

Per darrere dels *Pipistrellus*, el tàxon següent més detectat ha estat el ratpenat cuallarg (*Tadarida teniotis*). En aquest cas, les deteccions del grup *Tadarida teniotis* / *Nyctalus lasiopterus* es poden atribuir al ratpenat cuallarg, ja que el nòctul gegant (*N. lasiopterus*) no és present a l'àrea d'estudi. Es tracta d'una espècie de vol alt i ràpid pròpia d'espais oberts, de manera que la seva activitat no s'ha concentrat dins del riu mateix, sinó per sobre del curs fluvial, l'hàbitat forestal o del seu entorn immediat (Marques et al., 2004). La seva detecció indica que aquestes zones també formen part de l'espai aeri utilitzat per espècies que es desplacen a una escala més àmplia.

La resta de deteccions corresponen a un conjunt d'espècies o grups menys abundants, però ecològicament diversos, que reforcen la varietat d'ambients presents al voltant dels punts mostrejats. Més que definir un únic tipus d'hàbitat, aquestes deteccions mostren que els cursos fluvials de les Guillerries s'insereixen en un mosaic on convergeixen ambients forestals, vores de bosc, espais oberts i estructures subterrànies o edificades utilitzades com a refugi. En aquest sentit, és des-



Figura 22. Ratpenat cuallarg europeu (*Tadarida teniotis*). © Adrià López-Baucells.



Figura 23. Rater d'aigua (*Myotis daubentonii*). © Adrià López-Baucells.

tacable l'alt percentatge de ferradura grossa (*Rhinolophus ferrumequinum*) i ferradura petita (*Rhinolophus hipposideros*) a Can Dodes, que posa de manifest que el mostreig amb gravadores pot ser útil per identificar punts d'interès per a espècies cavernícoles com aquestes, fins i tot en treballs centrats en l'activitat als cursos fluvials.

També és rellevant el grup fònic dels raters petits (*Myotis* 50) que mereix una menció especial perquè, encara que en aquest grup s'inclouen diverses espècies del gènere *Myotis*, en el context d'un mostreig en zones de ribera gran part de les deteccions es podrien atribuir al ratpenat d'aigua (*Myotis daubentonii*). Aquesta és una espècie estretament vinculada a cursos i masses d'aigua, on habitualment situa les seves àrees de caça (Blanch et al., 2023). Es tracta d'una espècie rellevant en aquest treball, ja que és aquella que s'utilitza sovint com a referència en estudis sobre qualitat d'hàbitat de ribera (López-Baucells et al., 2017; López-Bosch et al., 2023). Aquesta interpretació guanya força en cursos fluvials com la



Figura 24. Ferradura grossa (*Rhinolophus ferrumequinum*). © Adrià López-Baucells i Oriol Massana.

riera del Molí Roquer, on aquest grup fònic representa gran part de les deteccions. Cal tenir en compte que es tracta d'un dels cursos més amples mostrejats, i en aquest tipus de riu la presència del ratpenat d'aigua s'ajusta bé al que seria esperable per a una espècie lligada a làmines d'aigua més obertes, on la seva detecció pot fer-se més evident.

Bioindicació de qualitat ambiental

Els models estadístics han permès identificar algunes relacions clares entre la fauna detectada i les característiques ambientals dels rius mostrejats. Els resultats indiquen que tant els petits mamífers com els ratpenats no han respost de manera aleatòria als trams fluvials, sinó que la seva activitat o abundància relativa s'ha associat a components de l'hàbitat i de la qualitat del medi.

Per als petits mamífers, l'anàlisi s'ha plantejat a escala d'espècie, ja que el nombre d'espècies detectades no ha estat elevat i ha variat poc entre rius, de manera que una anàlisi de riquesa hauria aportat poca informació. D'altra banda, els resultats han estat clarament dominats pel ratolí de bosc / lleonat (*Apodemus* sp.) i la musaranya comuna (*Crocidura russula*). Per això, els models s'han centrat en aquestes espècies, que són les úniques que s'han detectat de manera robusta com per analitzar la seva relació amb les característiques ambientals del riu i del microhàbitat (taula 8).

Taula 8. Models de relació entre petits mamífers i les característiques ambientals a les Guàrdies.

	Variable	Estimació	SD	P-valor
<i>Apodemus</i> sp.	(Constant)	0,77	0,13	0,000
AIC=50,35	Cobertura arbòria	0,41	0,13	0,005
<i>Crocidura russula</i>	(Constant)	0,06	0,01	0,001
AIC=-62,01	Virosta	-0,04	0,01	0,004



Figura 25. Ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*). © Ignasi Torre.

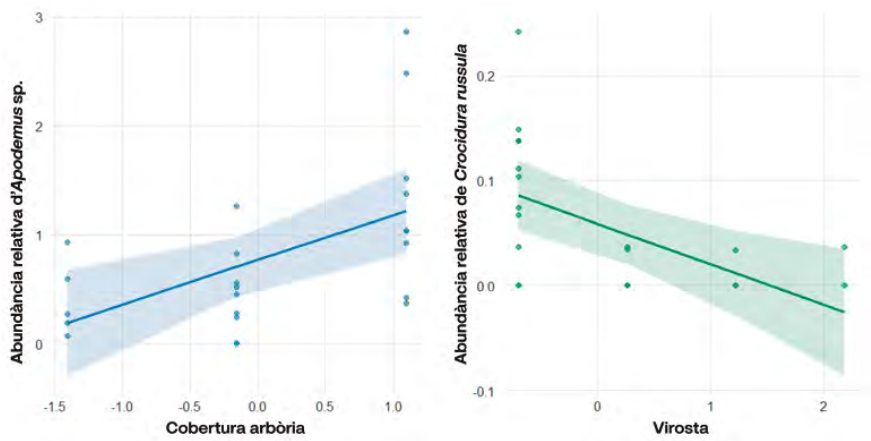


Figura 26. Musaranya comuna (*Crocidura russula*). © Ignasi Torre.

Les espècies del gènere *Apodemus* han mostrat una relació positiva amb la cobertura arbòria, de manera que la seva activitat ha estat més alta en els punts amb una ribera més forestal. El ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*) és una espècie molt generalista i àmpliament distribuïda, però requereix un cert recobriment vegetal i mostra una clara afinitat pels ambients amb cobertura arbustiva o arbòria, que li ofereixen refugi i redueixen el risc de depredació (Sunyer et al., 2016). A més, dins del gènere *Apodemus* també s'inclou el ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*), una espècie encara més vinculada a ambients forestals i a microhàbitats amb cobertura arbòria (Juškaitis, 2002). Per tant, el resultat mostra que, fins i tot sense tractar-se de zones de bosc tancat, els trams amb més cobertura arbòria ofereixen a aquests ratolins refugi, estabilitat microclimàtica i, probablement, més disponibilitat de recursos tròfics.

La musaranya comuna (*Crocідura russula*) ha mostrat una relació negativa amb la virosta, de manera que la seva activitat ha estat menor als punts amb una acumulació més gran de fullaraca i petites restes vegetals. Aquest resultat encaixa amb el que també s'ha observat en altres musaranyes, en què la cobertura de fullaraca pot associar-se negativament amb l'activitat o l'abundància (Fritts et al., 2015). Per a la musaranya comuna, aquesta resposta és lògica, ja que és una espècie mediterrània, habitual sobretot en hàbitats oberts i marges de bosc amb bona cobertura arbustiva (Torre et al., 2020). Per tant, la musaranya comuna ha mostrat menys activitat als microhàbitats amb un estrat de sòl més carregat de virosta, i ha estat més activa en punts amb una estructura oberta.

Figura 27. Efectes de la cobertura arbòria en relació amb l'abundància relativa d'*Apodemus* sp. (esquerra) i de la coberta de virosta en relació amb la *Crocidura russula* (dreta).



Per als ratpenats, l'anàlisi s'ha centrat en l'activitat total i la riquesa de tàxons, amb l'objectiu d'analitzar com varia la resposta de la comunitat entre els diferents rius mostrejats (taula 9).

Taula 9. Models de relació entre ratpenats i les característiques ambientals a les Guilleries.

	Variable	Estimació	SD	P-valor
Activitat total	(Constant)	4,16	0,21	0,000
AIC=262,3	O ₂ dissolt	0,79	0,21	0,001
	Cobertura arbòria	0,66	0,22	0,003
Riquesa espècies	(Constant)	1,50	0,10	0,000
AIC=101,1	O ₂ dissolt	0,30	0,12	0,017



Figura 28. Pipistrel·la comuna (*Pipistrellus pipistrellus*). © Adrià López-Baucells.

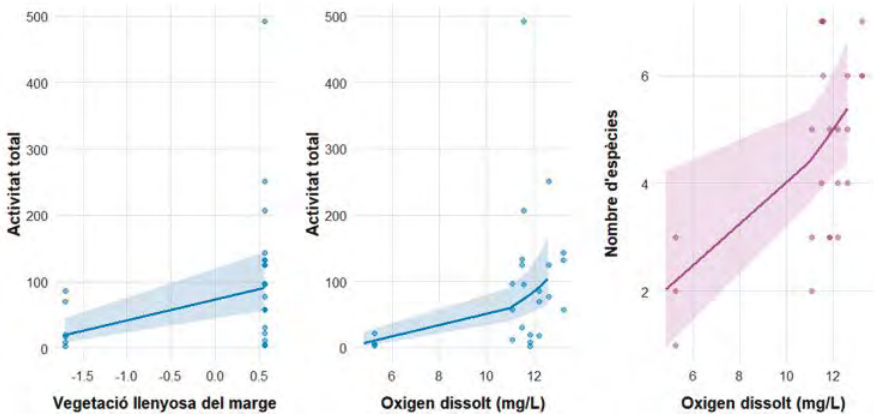
Els resultats mostren que l'activitat total ha estat més alta als punts amb més cobertura arbòria, i que tant l'activitat total com la riquesa d'espècies han augmentat amb l'oxigen dissolt a l'aigua. La relació amb la cobertura arbòria mostra que les riberes més forestals afavoreixen l'ús del riu per part dels ratpenats. En aquests trams, la vegetació de ribera probablement aporta més protecció, concentració d'insectes i continuïtat de desplaçament al llarg del curs fluvial (Mayordomo-Herranz et al., 2026). Aquest és un patró que s'ha observat en altres treballs duts a terme en ambients mediterranis, on la cobertura forestal o la qualitat de la ribera s'han associat positivament a l'activitat de ratpenats (Rainho, 2007). Això encaixa bé amb els patrons descrits anteriorment per a les espècies detectades i reforcen la idea que l'ús dels cursos fluvials que fan els ratpenats depèn sobretot de la qualitat estructural de la ribera i de l'estat general del medi aquàtic.



Figura 29. Pipistrel·la nana (*Pipistrellus pygmaeus*). © Adrià López-Baucells.

La relació amb l'oxigen dissolt mostra un vincle ecològic amb l'estat del medi aquàtic. No cal entendre-la com un efecte directe de l'oxigen dissolt a l'aigua amb els ratpenats, sinó més aviat com el reflex d'unes bones condicions del tram del riu. Un contingut més elevat d'oxigen acostuma a associar-se a una millor qualitat ecològica, menor estancament i, sovint, comunitats aquàtiques més ben conservades i una major disponibilitat de preses per als ratpenats. Aquesta resposta s'ha observat en altres treballs mediterranis, en què les espècies de ratpenats mostraven efectes similars a la qualitat de conservació del riu (Biscardi et al., 2007). Així, les dades semblen indicar que els ratpenats podrien actuar com a indicadors d'un bon estat de l'aigua. Els trams amb aigües més ben oxigenades poden concentrar una comunitat més diversa i, en conjunt, més activitat acústica (Korine et al., 2015).

Figura 30. Efectes de la vegetació llenyosa (esquerra) i la concentració d'oxigen dissolt a l'aigua (en mig) sobre les deteccions totals dels ratpenats i de l'oxigen dissolt a l'aigua sobre la riquesa d'espècies de ratpenats (dreta).



Per tant, aquests resultats apunten en una mateixa direcció: els trams fluvials amb una ribera ben conservada i amb bones condicions del medi aquàtic han estat els més favorables per als mamífers estudiats. Tot i que aquestes relacions requereixen una investigació més profunda i a llarg termini, permeten identificar quins elements riparis tenen més pes a l'hora d'explicar la seva presència i activitat, i aporten un coneixement base imprescindible i finestres d'oportunitat per a la recerca futura.

Conservar els rius i rieres de les Guilleries no vol dir només mantenir-hi l'aigua, sinó també preservar-ne la qualitat i l'estructura ecològica de les riberes fluvials.

4.

CONCLUSIONS

En conjunt, els resultats obtinguts mostren que els cursos fluvials de les Guilleries no són espais secundaris dins del paisatge forestal, sinó hàbitats clau en la distribució i l'ecologia dels mamífers del massís.

Els petits mamífers formen una comunitat semblant a la d'altres zones del territori, dominada per espècies comunes i generalistes, però amb la presència també d'espècies de gran interès biogeogràfic i ecològic. Les Guilleries ofereixen condicions ambientals capaces d'actuar de refugi per a la fauna amb necessitats eurosiberianes com el talpó roig o la musaranya cuaquadrada. La detecció de la musaranya etrusca mostra el valor de la innovació per ampliar el coneixement sobre espècies molt difícils d'estudiar. Al mateix temps, la falta de confirmació fins al moment sobre la presència de musaranyes d'aigua ens recorda que encara queden buits en què es pot treballar per millorar el coneixement de la fauna vinculada als ambients fluvials del massís de les Guilleries i més enllà. Precisament amb la voluntat d'avançar en aquest coneixement, un nou seguiment impulsat des del Museu de Ciències Naturals de Granollers, el SEMSA (Seguiment de Micromamífers Semiaquàtics), pot contribuir en els pròxims anys a aclarir la situació d'aquestes espècies.

Pel que fa als ratpenats, els resultats mostren que fins i tot una xarxa formada per rieres secundàries pot sostenir una comunitat diversa, i demostra que aquests torrents tenen un paper vital en el paisatge. El mostreig acústic ha estat especialment útil per enregistrar les espècies presents i per detectar a quins punts algunes d'aquestes tenen més representació, com les ferradures o els raters petits. Els resultats han mostrat que els ratpenats poden actuar com a grup potencialment útil per reflectir l'estat de salut del medi aquàtic. L'augment de l'activitat i de la riquesa de tàxons en els trams amb aigües de més qualitat apunta en aquesta direcció i reforça el seu interès com a possibles bioindicadors. Per tant, conèixer aquests patrons en grups faunístics és especialment rellevant perquè, lligat a un seguiment continuat de les seves poblacions, ajuda no només a detectar possibles descensos poblacionals, sinó també a detectar canvis en l'estat de salut del medi.

Al llarg d'aquest projecte, hem pogut comprovar com aquests dos grups de mamífers, tot i que responen de manera diferent als canvis de les característiques del medi, coincideixen en la importància de conservar en bon estat la vegetació de ribera, que afavoreix la presència de refugi, aliment i condicions ambientals adequades per a les espècies. De cara a la seva conservació, és especialment important mantenir la cobertura arbòria i arbustiva dels cursos fluvials, a més de preservar elements complementaris com els murs de pedra, que també poden actuar de refugi per als petits mamífers. En el cas dels ratpenats, es pot considerar una mesura de conservació la instal·lació de refugis artificials mentre millora la qualitat i la maduresa de les masses forestals i els boscos de ribera al Parc. Les caixes refugi poden afavorir poblacions d'espècies com el ratpenat d'aigua (*Myotis daubentonii*), que acostuma a estar vinculat a àrees humides amb presència de cursos fluvials, o d'espècies forestals, com el ratpenat de bosc (*Barbastella barbastellus*). De la mateixa manera, la de-

tecció de ratpenats de ferradura, espècies cavernícoles, posa sobre la taula l'interès de crear refugis alternatius o artificials com a complement a la pèrdua de refugis tradicionals en edificis abandonats, que s'ensorren o es restauren, sovint sense considerar la possibilitat de mantenir espais habitables per als ratpenats. Totes aquestes accions poden ser útils per separat, però la seva aplicació conjunta en pot augmentar l'eficàcia i afavorir el manteniment de poblacions viables de quiròpters.

A més, seria convenient ampliar la cobertura del mostreig, incloent-hi altres sectors de les Guilleries tant en ambients terrestres com riparis, a l'hora d'obtenir una imatge més completa de la comunitat de mamífers a tot el massís. La metodologia emprada en aquest treball ha demostrat ser eficient per avançar en aquesta direcció, combinant càmeres de parament fotogràfic per als petits mamífers i detectors AudioMoth per als ratpenats. El parament de trampes per a animals vius, a més, pot facilitar la identificació d'espècies críptiques. Per als petits mamífers, l'anàlisi d'egagròpiles continua sent una eina d'especial utilitat. En el cas dels ratpenats, l'ús de caixes refugi no només pot afavorir la conservació de les espècies, sinó també el seu seguiment.

El conjunt de resultats de l'estudi reforcen, doncs, el valor de les Guilleries com a espai ecològic important al conjunt del país. Aquest massís té una importància cabdal com a zona de transició entre ambients i espècies mediterrànies i aquelles vinculades a condicions més humides i fredes. En aquest sentit, les Guilleries es poden entendre com un espai connector entre els ambients mediterranis, amb influència litoral, i els ambients prepirinencs de muntanya, més humits, on els cursos fluvials juguen un paper clau per acollir espècies poc abundants, sensibles o biogeogràficament rellevants. En un context de canvi climàtic, en què les temperatures tendeixen

a augmentar i les precipitacions són més escasses, aquesta funció de refugi climàtic adquireix un valor encara més gran. Potser és aquí on recau un dels grans factors d'importància de les Guillerries: no només en allò que conserven avui, sinó en allò que poden preservar demà.

AGRAÏMENTS

Volem agrair, en primer lloc, el premi atorgat i, d'una manera especial, el suport de Marc Ordeix i David Soler, codirectors de la Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya i la Universitat de Girona, ja que sense ells aquest llibre no hauria estat possible.

Aquest treball tampoc no hauria estat una realitat sense l'ajuda d'Antoni Arrizabalaga, que va posar l'espai, la maquinària i la mà d'obra en l'elaboració dels túnels per a les càmeres, tot això després de construir la «nostra» casa: el Museu de Ciències Naturals de Granollers. Té cor de ratolí i no li podríem estar més agraïts per això.

El nostre agraïment a Alfons Raspall i Ignasi Torre per deixar-nos fer servir les il·lustracions i fotografies que, sens dubte, enriqueixen aquesta publicació.

Agraïm a Anna Lupon i Paulina Cisternes el préstec de la sonda multiparamètrica per mesurar els paràmetres de l'aigua. També volem agrair la col·laboració del Centre Tecnològic BETA de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC). I un agraïment també a les persones de l'equip BiBio del Museu de Ciències Naturals de Granollers que han participat directament en aquest projecte, ja sigui en el treball de camp, la discussió d'idees, l'elaboració de fi-

gures o, simplement, la tria de les millors fotografies. Volem esmentar, especialment, Estel Blanch, Carme Bartrina, Marc Vilella, Xavier Puig-Montserrat, Alba Coronado, Carol Sierra i Laura Rosat, i fer extensiu l'agraïment a la resta de l'equip que forma part del nostre dia a dia.

Una menció molt especial a Carles Flaquer per tot el seu suport administratiu durant la realització del projecte. Tot plegat no hauria estat possible sense ells i elles.

BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor, J., Sánchez-Ortega, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4(5), 1-56.
- Bal, P., Tulloch, A. I. T., Addison, P. F. E., McDonald-Madden, E., Rhodes, J. R. (2018). Selecting indicator species for biodiversity management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(10), 589-598. <https://doi.org/10.1002/fee.1972>
- Bartrina, C., Llanos-Guerrero, C., Valls, N., Freixas, L., Lopez-Baucells, A. (2024). Diversity and plasticity of vocalisations in an elusive and arboreal small mammal: The edible dormouse (*Glis glis*). *Bioacoustics*, 33(4), 332-353.
- Benedek, A. M., Lazăr, A., Cic, N. V., Cocîrlea, M. D., Sîrbu, I. (2022). Effects of long-term habitat protection on Montane small mammals: Are *Sorex araneus* and *S. minutus* more sensitive than previously considered? *Diversity*, 14(1), 38.
- Biscardi, S., Russo, D., Casciani, V., Cesarini, D., Mei, M., Boitani, L. (2007). Foraging requirements of the endangered long fingered bat: the influence of micro habitat structure, water quality and prey type. *Journal of Zoology*, 273(4), 372-381.

- Blanch, E., López-Baucells, A., Mata, V. A., Flaquer, C., López-Bosch, D. (2023). To share or not to share: DNA metabarcoding reveals trophic niche overlap between sympatric trawling bats. *European Journal of Wildlife Research*, 69(5), 90.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach* (2n ed.). Springer New York. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/b97636>
- Carter, P., Churchfield, S. (2006). *The Water Shrew Handbook*. Mammal Society. <https://books.google.es/books?id=K6n-vAQAACAAJ>
- De Conno, C., Nardone, V., Ancillotto, L., De Bonis, S., Guida, M., Jorge, I., Scarpa, U., Russo, D. (2018). Testing the performance of bats as indicators of riverine ecosystem quality. *Ecological Indicators*, 95, 741–750.
- De Frenne, P., Lenoir, J., Luoto, M., Scheffers, B. R., Zellweger, F., Aalto, J., Ashcroft, M. B., Christiansen, D. M., Decocq, G., De Pauw, K., Govaert, S., Greiser, C., Gril, E., Hampe, A., Jucker, T., Klingses, D. H., Koelemeijer, I. A., Lembrechts, J. J., Marrec, R., ... Hylander, K. (2021). Forest microclimates and climate change: Importance, drivers and future research agenda. *Global Change Biology*, 27(11), 2279–2297. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.15569>
- Delibes-Mateos, M., Smith, A. T., Slobodchikoff, C. N., Swenson, J. E. (2011). The paradox of keystone species persecuted as pests: A call for the conservation of abundant small mammals in their native range. *Biological Conservation*, 144(5), 1335–1346.
- Ferreira, C. M., Sabino-Marques, H., Barbosa, S., Costa, P., Encarnação, C., Alpizar-Jara, R., Pita, R., Beja, P., Mira, A., Searle, J. B., Paupério, J., Alves, P. C. (2018). Genetic non-invasive sampling (gNIS) as a cost-effective tool for

- monitoring elusive small mammals. *European Journal of Wildlife Research*, 64(4), 46. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1188-8>
- Fink, M., Jachowski, D. (2025). Comparison of three camera trap designs for sampling small mammals. *Mammal Research*. <https://doi.org/10.1007/s13364-025-00780-7>
- Flaquer, C., Puig, X. (2012). *Els Ratpenats de Catalunya: guia de camp*. Brau. <https://books.google.es/books?id=7J2fuA-AACAAJ>
- Flaquer, C., Ruíz-Jarillo, R., Arrizabalaga, A. (2004). Contribución al conocimiento de la distribución de la fauna quiropterológica de Cataluña. *Galemys*, 16(2), 39–55.
- Fritts, S. R., Moorman, C. E., Grodsky, S. M., Hazel, D. W., Homyack, J. A., Farrell, C. B., Castleberry, S. B. (2015). Shrew response to variable woody debris retention: Implications for sustainable forest bioenergy. *Forest Ecology and Management*, 336, 35–43.
- Galantinho, A., Do Linh San, E., Lamani, S., Carvalho, F., Madikiza, Z. J. K. (2026). Drivers of microhabitat use and vegetation structure selection by the woodland dormouse (*Graphiurus murinus*) in a riverine forest. *European Journal of Wildlife Research*, 72(2), 34.
- García-Díaz, P., Arévalo, V., Vicente, R., Lizana, M. (2013). The impact of the American mink (*Neovison vison*) on native vertebrates in mountainous streams in Central Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 59(6), 823–831.
- García-Muñoz, E., Gilbert, J. D., Parra, G., Guerrero, F. (2016). Amphibian diversity as an implement for Mediterranean wetlands conservation. *Journal for Nature Conservation*, 33, 68–75.
- Godó, L., Valkó, O., Borza, S., Deák, B. (2022). A global review on the role of small rodents and lagomorphs (clade Glires) in seed dispersal and plant establishment. *Global Ecology and Conservation*, 33, e01982. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01982>

- Huerta-Schliemann, L. de la; Vilella, M., Freixas, L., Torre, I. (2025). Effects of climate and land use on the population dynamics of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) in the southernmost part of its range. *Animals*, 15(6), 839.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1-2), 93-115. <https://www.int-res.com/abstracts/esr/v8/n1-2/p93-115/>
- Juškaitis, R. (2002). Spatial distribution of the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) in large forest areas and its relation with seed crop of forest trees. *Mammalian Biology*, 67(4), 206-211. <https://doi.org/10.1078/1616-5047-00031>
- Kalogianni, E., Vourka, A., Karaouzas, I., Vardakas, L., Lascou, S., Skoulikidis, N. Th. (2017). Combined effects of water stress and pollution on macroinvertebrate and fish assemblages in a Mediterranean intermittent river. *Science of The Total Environment*, 603-604, 639-650. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.078>
- Korine, C., Adams, A. M., Shamir, U., Gross, A. (2015). Effect of water quality on species richness and activity of desert-dwelling bats. *Mammalian Biology*, 80(3), 185-190.
- Lazaridou-Dimitriadou, M. (2002). Seasonal variation of the water quality of rivers and streams of eastern Mediterranean. *Web Ecology*, 3(1), 20-32.
- Lisón, F., Calvo, J. F. (2013). Ecological niche modelling of three pipistrelle bat species in semiarid Mediterranean landscapes. *Acta Oecologica*, 47, 68-73.
- Llanos-Guerrero, C., Freixas-Mora, L., Vilella, M., Bartrina, C., Torre, I. (2024). Seed availability and small mammal populations: insights from mediterranean forests. *Forests*, 15(7), 1148.
- López-Baucells, A., Casanova, L., Puig-Montserrat, X., Espinal, A., Páramo, F., Flaquer, C. (2017). Evaluating the

- use of *Myotis daubentonii* as an ecological indicator in Mediterranean riparian habitats. *Ecological Indicators*, 74, 19–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eco-lind.2016.11.012>
- López-Bosch, D., Blanch, E., Páramo, F., Flaquer-Sánchez, C., López-Baucells, A. (2023). What you hear may not be what you see: Potential of citizen science methods to use bats as riverine forest quality indicators. *River Research and Applications*, 40(1), 92–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/rra.4211>
- Marques, J. T., Rainho, A., Carapuço, M., Oliveira, P., Palmeirim, J. M. (2004). Foraging behaviour and habitat use by the European free-tailed bat *Tadarida teniotis*. *Acta Chiropterologica*, 6(1), 99–110.
- Mayordomo-Herranz, L., Forgione-Ciarrocchi, E., Santos, A. M. C., López-Baucells, A., Tena, E., Carvalho, W. D. (2026). I need my green space: minimum area of urban green spaces to maintain bat diversity and activity in a large European metropolis. *Urban Ecosystems*, 29(1), 4.
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aqc.529>
- Newbold, T., Oppenheimer, P., Etard, A., Williams, J. J. (2020). Tropical and Mediterranean biodiversity is disproportionately sensitive to land-use and climate change. *Nature Ecology & Evolution*, 4(12), 1630–1638. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01303-0>
- Nowak, R. N. (1999). *Suncus: Musk Shrews, or Pygmy Shrews. Walker's Mammals of the World, 6th Ed.; Novak, RM, Ed, 223–225.*
- Ortega i Colet, P., Pérez Novo, I., Pou i Rovira, Q. (2024). *Refugis climàtics per a la fauna aquàtica de les Guilleries*

- (vol. 4). Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar; Eumo. Col·lecció «Guilleries – Aigua i Territori».
- Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C., Ambiente, Spain. M. de M. (2007). *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad. <https://books.google.es/books?id=MgROQwAACAAJ>
- Rainho, A. (2007). Summer foraging habitats of bats in a Mediterranean region of the Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica*, 9(1), 171–181.
- Soler, D., Pallí, L., Brusi, D. (2013). *Geologia de les Guilleries i el Collsacabra: 4 itineraris pel sector gironí*. Universitat de Girona. Geodinàmica Externa.
- Stefanidis, K., Panagopoulos, Y., Mimikou, M. (2018). Response of a multi-stressed Mediterranean river to future climate and socio-economic scenarios. *Science of The Total Environment*, 627, 756–769. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.282>
- Sunyer, P., Muñoz, A., Mazerolle, M. J., Bonal, R., Espelta, J. M. (2016). Wood mouse population dynamics: Interplay among seed abundance seasonality, shrub cover and wild boar interference. *Mammalian Biology*, 81(4), 372–379. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mambio.2016.03.001>
- Torre, I., Bastardas-Llabot, J., Arrizabalaga, A., Díaz, M. (2020). Population dynamics of small endotherms under global change: Greater white-toothed shrews *Crocidura russula* in Mediterranean habitats. *Science of The Total Environment*, 705, 135799. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135799>
- Torre, I., Díaz, M., Arrizabalaga, A. (2014). Additive effects of climate and vegetation structure on the altitudinal distribution of greater white-toothed shrews *Crocidura russula* in a Mediterranean mountain range. *Acta Theriologica*, 59(1), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s13364-013-0128-y>

- Torre, I., Ribas, A., Arrizabalaga, A. (2007). Dieta de la geneta (*Genetta genetta*) aplicada a l'estudi de la distribució i abundància dels petits mamífers a l'Espai Natural de Guillerries-Savassona (any 2007).
- Torre, I., Ribas, A., Flaquer, C., Arrizabalaga, A. (2009). Nuevos datos sobre la distribución y abundancia del ratón leonado *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834) en Catalunya. *Galemys*, 21(1), 3-11.
- Tuel, A., Eltahir, E. A. B. (2020). Why Is the Mediterranean a Climate Change Hot Spot? *Journal of Climate*, 33(14), 5829-5843. <https://doi.org/https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0910.1>
- Tuneu Corral, C., Puig Montserrat, X., Flaquer, C., Jordà, X., Rebelo, H., Cabeza, M., López Baucells, A. (2025). Landscape of fear in rice paddies: Effect of bat ultrasounds on the egg production of a tympanate moth pest. *Pest Management Science*, 81(9), 5114-5122.
- Verhees, J. J. F., van der Putten, T. A. W., van Hoof, P. H., Heijckers, D., Lemmers, P., Esser, H. J., de Boer, W. F. (2024). Comparing the effectiveness of short-focal camera trapping, live trapping, and soil eDNA for surveying small mammals: A case study on Eurasian water shrew (*Nomys fodiens*). *European Journal of Wildlife Research*, 70(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01760-5>
- Vilella, M., Ferrandiz Rovira, M., Sayol, F. (2020). Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild. *Ecology and Evolution*, 10(20), 11408-11422.
- Vilella, M., Soler, X., Sayol, F. (2021). La comunitat de carnívors de les Guillerries (vol. 1). Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar; Eumo. Col·lecció «Guillerries - Aigua i Territori».
- Vogel, P. (2012). New trapping method to survey for presence of the Etruscan shrew *Suncus etruscus*, the smallest mammal. *Mammal Review*, 42(4), 314-318.

Zachos, F. E. (2020). D. E. Wilson and R. A. Mittermeier (eds.): Handbook of the Mammals of the World. Vol. 9. Bats. *Mammalian Biology*, 100(3), 335. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00026-w>

