

Piriniotako muturluzearen (*Galemys pyrenaicus*) ekologia espazial eta trofikoa: kontserbaziorako funtsezko faktoreak

Esnaola A¹, González-Esteban J², Elozegi A³, Aihartza J¹

¹ Zoologia eta Animalia Zelulen Biologia, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, Sarriena z.g., Leioa, Euskal Herria, ² DESMA Estudios Ambientales, Sunbila, Nafarroa, Euskal Herria, ³ Landareen Biologia eta Ekologia Saila, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, Sarriena z.g., Leioa, Euskal Herria
amaiur.esnaola@ehu.eus

Laburpena

Piriniotako muturluzea edo ur-satorra Euskal Herriko animaliarik berezietakoa da. Satorren familiako intsektiboro urtarra da eta azken hamarkadetan gainbehera nabarmenean dago bere banapeneremu osoan. Gainbehera horren balizko arrazoiak metapopulazioen zatiketa, habitataren andeaketa eta bazka-eskasia dira. Ingurumen ezaugarriek espeziearen kontserbazioan luketeen garrantzia argitzeko, Artikutza eta Leitzarango ur-satorren populazioa aztertzen ari gara, batez ere ehiza-habitataren eta dietaren hautespenari begira. Irrati-igorlez markatutako animaliek hautespen gogorra erakutsi dute ur-lasterren alde ehiza-habitata gisa. Gorotzen genomikaren bitartez dieta ere aztertzen ari gara, eta errekotako ornogabeen eskuragarritasunarekin alderatzen. Emaitzek espezie honen kudeaketarako garrantzi handia izan dezakete.

Hitz gakoak: muturluzea, Ur-satorra, *Galemys pyrenaicus*, dieta, habitat hautespena, kontserbazioa

Abstract

The Pyrenean desman is the most special animal in the Basque Country. It is an aquatic insectivore mammal from the same family of the mole and in last ten decades is in a state of regression in most of its distribution area. The possible reasons of its regression are the division of the metapopulations, the habitat damage and the scarcity of forage. In order to assess the weight of environmental factors in the conservation of the species, we are studying the desman populations in Artikutza and Leitzarango, focusing on the foraging habitat and diet selection. Captured animals tagged with radio-transmitters revealed a very strong positive selection to rapids as foraging habitat. We are studying its diet also thanks to faeces genomics and comparing it with the aquatic invertebrate availability in those rivers. The results may be very important for the management of this species.

Keywords: desman, Galemys pyrenaicus, diet, habitat selection, conservation

1. Sarrera eta motibazioa

Piriniotako muturluzea edo ur-satorra, *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811), ugaztun intsektiboro erdi-urtarra da, talpidoen familiakoa, Iberiar Penintsulako iparraldean eta Pirinioen iparraldeko isurialdean endemikoa dena (1. irudia). Mendiko erreka eta ibaietan bizi da eta ornogabe urtarrak ditu elikaduraren oinarri. Bere bitxitasun morfologiko eta taxonomikoengatik aspaldidanik ezaguna den arren, populazioen dentsitate baxuak eta ezkutuko bizimoduak, kontserbaziorako funtsezko diren bere biologiaren aspektu ugari ezezagunak izatea dakar. Azken hamarkadetan %50a baino gehiago murriztu da muturluzearen banaketa-eremua penintsulan eta Pirinioen iparraldean (MAGRAMA, 2013; Charbonnel, 2015) eta horrek espezie mehatxatuen katalogo eta zerrenda gorri ezberdinetan (IUCN, 2015) barneratzea ekarri du. Harrigarria dena zera da, itxuraz denborarekin kontserbazio egoera hobea lortu duten ibaietan ere populazioaren murrizketa behatu dela. Ez dago kausen diagnostiko argi bat eta horrek kudeaketa plan eraginkorren diseinua eragozten du. Balizko kausen artean, metapopulazioen zatiketa, habitataren andeaketa eta bazka-eskasia daude (Nores, 2012).

1. irudia. Leitzaranen harrapatutako Piriniotako muturluzea (*Galemys pyrenaicus*) (Argazkia: Amaiur Esnaola).



Ikerketa honen helburua Piriniotako muturluzearen ekologia espazial eta trofikoa aztertzea da, espezie mehatxatu honen kudeaketarako interes zientifiko handia duten gaiak direlako. Mikrohabitat mailan animalia honen lur-eremuaren erabilera zerk baldintzatzen duen eta bere dieta jeneralista edo espezialista duen aztertu nahi da. Horretarako, hurbilketa ezberdinak konbinatu dira: harrapaketa, aleen irrati-telemetrya bidezko jarraipena, ehiza-mikrohabitaten karakterizazio espaziala, dietaren analisi molekularra (NGS bidezko gorotzetako DNA-renak) eta bazka eskuragarritasuna (makroornogabe bentonikoak) mikrohabitat bakoitzean. Ikerketa Urumea (Elama errekan, Nafarroa) eta Leitzaran ibaien arroetan (Gipuzkoa) gauzatu da, LIFE+ IREKIBAI proiektua aprobetxatuz.

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

2.1 Aurrekariak

Animalia honen muturra da animaliaaren egitura anatomikorik bereizgarriena, tronpa zanpatuaren itxura baitu. Biluzia da egitura hori eta sudur zuloak honen amaieran irekitzen dira, alde dortsalean. Gorputza borobiltua du eta isatsa luzea, ebaketa borobildukoa, ezkataduna eta alde distalean lateralki zapaldua. Gorputzadarrak atzapar sendoz horniturik daude urpeko sustratura ongi eusteko. Aurrehankak laburrak dira, mintz interdigital txikidunak. Atze-hankak ordea luzeak eta handiak dira, barnealderantz okertuak eta mintz interdigital handidunak, igeriketa funtzioarekin. Azken hauek azal ezkatatsuz estalirik daude eta ile luze, sendo eta konpaktodun zerrenda bat beha daiteke kanpo ertzean. Gorputzaren kolorea arrea da baina urpean brontzezko edo zilarrezko distira metalikoak islatzen ditu, ile mota bereziari esker. Gorputzadarrak belzkarak dira eta isatsa haragi kolorekoa.

Muturluzea ur garbi eta ondo oxigenaturiko mendiko erreketan bizi da, Iberiar Penintsulako iparraldean eta Pirinioen mendebaldean. Bizitzeko funtsezko zaion faktore nagusia urte guztian zeharreko ur-fluxu erregularra da eta horregatik klima mediterrarearrak baino ozeanikoak ditu nahiago. Bere presentzia altitudeak baino ibaien maldak, sakonerak eta korrontearen abiadurak baldintzaturik dago. Bizimodu gautarra duen animalia honen bizi eremua 450 eta 600 metroko luzerakoa dela estimatzen da (Nores, 2012).

Araldia urtarila eta maiatza artean ematen da eta kumatze garaia apiriletik abuztu erdialdera arte luzatzen da (Richard, 1976). Kumaldiak 1 eta 5 kume artekoak izaten dira, 4ko moda batekin (Peyre, 1956). Emee kumaldi osteko estroa dute eta horregatik kumaldi bat baino gehiago izan dezakete urtean zehar. Litekeena da heldutasun sexualera urte bateko heldutasunarekin heltzea.

Gorotzetako hondakinen azterketa morfologikoan oinarrituta behatuenez, erlatiboki tamaina handia eta esklerifikazio maila baxua duten makroornogabe bentonikoez elikatzen da, gehien bat trioptero (gorotzen *visuzko* identifikazioan %94a), pleoptero (%39a) eta efemeropteroen larbez (8%a) (Bertrand, 1993). Mugitzeko gaitasun murrizta eta biomasa handia duten makroornogabeek elikatzen da orokorrean (triopteroak), baina baita tamaina txikiagoa izan arren ugariak diren beste

batzuez ere (efemeroptero larbak) (Castián eta Gosálbez, 1995). Harrapakinaren artean kutsadurarekiko sentikorrek diren espezieak dira nagusi eta, hortaz, erresistenteagoak diren espezieen eskuragarritasuna handiagoa izan arren, hauek garrantzi txikia dute muturluzearen dietan (Santamarina, 1993). Horrek aditzera ematen du animalia honen kutsadurarekiko sentikortasuna bere harrapakinaren arabera dela batez ere, berezkoa baino gehiago.

Nores et al.-ek (1992) egindako habitataren analisiak muturluzeak ubide estuak (1m baina estuagoak eta ur gutxikoak) saihesten dituela frogatu zuen. Nahiago ditu ibai handiagoak, baina 70 cm baina sakonagoak diren ubideak ere saihestu egiten ditu. Horrez gain, ur kutsatuak ere saihesten dituela frogatu zuen Santamariak (1995), nahiz eta kutsadura maila baxuak jasateko gaitasuna izan. Muturluzearen habitatean nagusiago izaten dira substratu lodiak (bereziki uharrak eta harrizarrak) finak baino eta nekez behatzerik izango da buztinak nagusi diren guneeetan.

Populazioen zatiketa, urtegi eta zentral elektrikoaren presentzia, kanalizazioak eta obra zibilak, mendietako hiri guneeetako giza populazioak handitzeak, bentosaren andeatzea, uraren desbideratzeak, ibai-ertzen eta ibar basoen suntsipenak, ibaien kutsadura kimiko eta organikoak, uretako kirolak eta agregakinen erazketak dira animalia honen mehatxu faktore nagusiak (Nores, 2007).

Toulouseko Unibertsitatean bi doktoretza tesi irakurri dira berriki, Frantziako Pirinioetako muturluzearen biologiaren inguruan. Anaïs Charbonnel-en tesiak (2015) eskala handiko espeziearen banaketa azaltzen duten faktoreak aztertu ditu; François Gillet-enak (2015), gorotzen analisi genetikotik oinarrituz, populazioaren genetika ikertu du. Bi tesi horiek ondorioztatu dute Frantziako muturluzearen beharrik ezin zaiola klima aldaketari eta lurren erabilaren aldaketari egotzi eta muturluzearen dieta zabala dela. Ezezaguna zaigu ordea zeintzuk diren mikrohabitat eskalan animalia honen lur-eremuaren erabilera baldintzatzen duten faktoreak eta bere dieta jeneralista edo espezialista ote den. Alderdi horiek gako dira espeziaren kudeaketarako, zeinak ezinbestean ibaiaren eskalan zentratua egon beharko duen.

2.2 Ikerketaren helburuak

Ibaiaren baitan Piriniotako muturluzearen ekologia espazial eta trofikoaren baldintzatzen duten faktore gakoak argitzea da ikerketaren helburu orokorra. Horretarako, batetik, mikrohabitat mailako espazioaren erabilera eta hautespena zehaztu nahi dira. Bestetik, dieta eta harrapakinaren hautespena ezagutu nahi dira, maila taxonomikoen eta ezaugarri biologikoen arabera. Azkenik, mikrohabitaten hautespena eskuragarritasun trofikoaren arabera edo bestelako faktoreen arabera den aztertu nahi da. Gainera, ikusi nahi da zentral hidroelektrikoek ura erazteak zein eragina duen honetan guztian.

2.3 Hipotesiak

Piriniotako muturluzeak dieta eta habitataren erabilera bertan topatzen dituen baliabideen eskuragarritasunaren arabera optimizatuko dituela espero da. Baliabide horiek trofikoak (harrapakin potentzialak) zein animaliar segurtasuna eskein diezaioketen bestelako baliabide fisikoak (babesleku potentzialak) izan daitezke. Espero genezake habitataren aberastasun ekologikoak paper garrantzitsua jokatzeko guzti horretan.

Azken batean, animaliak mugatzaile dituen gutxienezko baliagaien eskuragarritasunak baldintzatuko du Piriniotako muturluzearen kontserbazioa. Baliagai mugatzaile horien identifikazioa ezinbestekoa da espeziearen kontserbazioa helburu duen edozein kudeaketa egitasmo egikaritzeko.

3. Ikerketaren muina

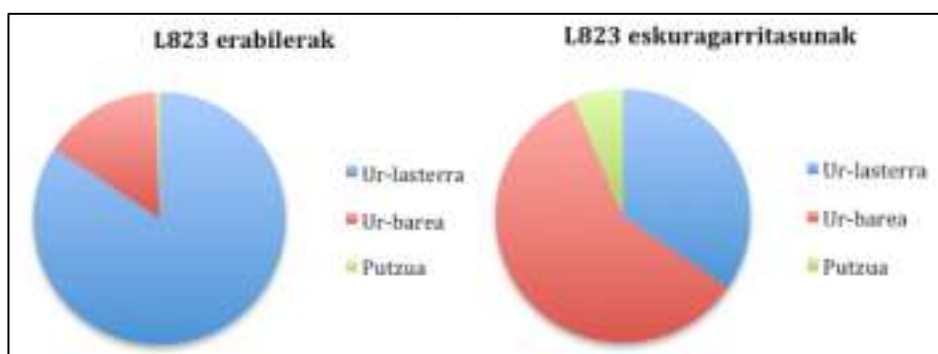
3.1 Habitat hautespenaren analisia

Mikrohabitat mailako habitataren erabilera eta hautespena aztertzeko muturluzeak harrapatu eta jarraitu genituen 2016ko iraila eta urria, Leitzaran (Oria ibaiaren arroa, Gipuzkoa) eta Elama (Urumea ibaiaren arroa, Nafarroa) ibaietan. Leitzaran ibaiaren egoera ekologiko onean dago, baina zentral hidroelektriko ugariaren eragin nabarmena jasaten du, bere agorraldiko emaria emari naturala baino askoz baxuagoa izanik. Elama erreka, bestalde, Euskal Herriaren hobeak kontserbatutako artean dago, azken ia ehun urtetan apenas izan baita giza-ekintzarik haren arroan. Muturluzeak nasekin harrapatu ziren, horrela, bizirik eta kalterik gabe mantentzen baitira (Gonzalez-Esteban et al., 2003).

Jarraitu beharreko animaliei, sexuaren eta adinaren datuak hartzeaz gain, irrati-igorgailu txikiak (< 2 g) itsatsi zitzaizkien ilajeen harrapaketa-unean (Stone, 1987). Bizpahiru gauez harrapaketak burutu ostean, denera 31 muturluze jarraitu ziren (15 Artikutzan eta 16 Leitzaranean), bakoitza 3-5 gauez. Irrati-telemetry bidezko jarraipenak atsedendiko (habiak, denboraldiko babeslekuak) eta aktibitateko guneak identifikatzea ahalbidetu zuen. Horrez gain, ehiza-habitataren erabilera aztertu zen.

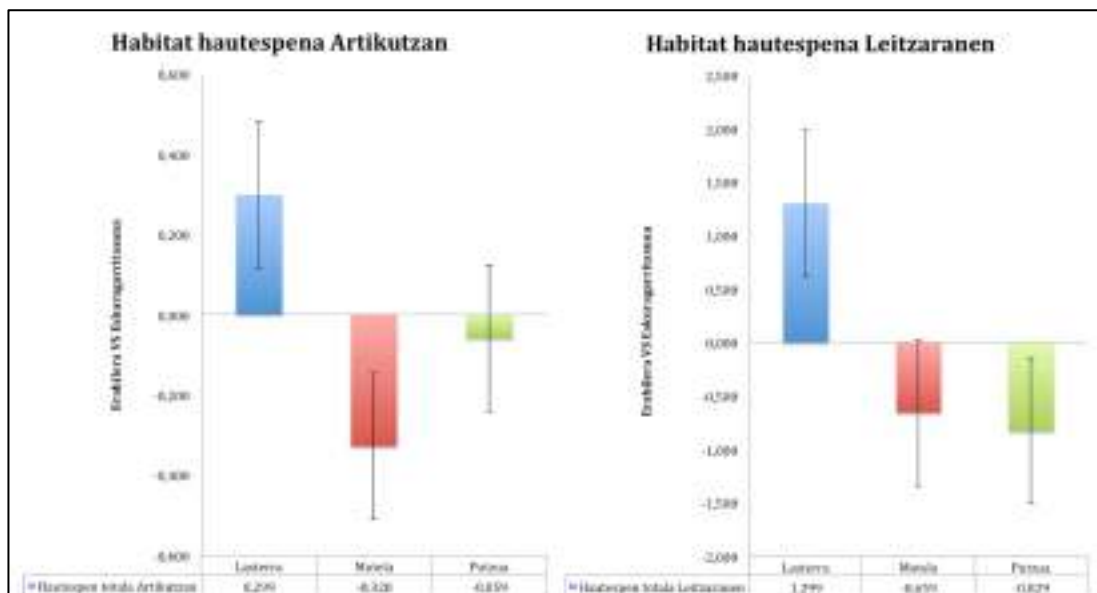
Markatutako animaliek erabilitako eremuaren mikrohabitat eskuragarritasunaren mapa eraiki zen, hiru mikrohabitat (ur-lastera, ur barea, putzua) bereizi genituelarik bertan, fluxuaren arabera. Habitataren hautespena zehazteko, gauean zeharreko 5 minutuko jarraipen puntuen kokapenak aztertu eta GIS datu base bat eraiki zen (QGIS 2.8, 1991 Free Software Foundation, Boston, USA). Muturluzeek mikrohabitat mota bakoitzean aktibo igarotako denboraren arabera eta mikrohabitat bakoitzaren ugartasun erlatiboaren arabera habitataren araberrako lehentasunak zehaztu eta hautespena aztertu ziren (2. irudia).

2. irudia. Adibidea: Leitzarango L823 muturluzearen habitataren erabilera eta honen bizi-eremuko habitaten eskuragarritasunen grafikoak. Kasu honetan hautespena positiboa zen ur-lasterreko (1,439) eta negatiboa ur bare (-0,743) zein putzueko (-0,921).



Habitataren hautespenak positiboak ziren ur-lasterren kasuan bai Elaman eta baita Leitzaranean ere. Leitzaranean kasuan hautespen hori selektiboagoa zen (Hautespen indizea Elaman = 0,299; Hautespen indizea Leitzaranean = 1,299) (3. irudia).

3. irudia. Muturluzeen habitataren hautespen balioak Artikutzan eta Leitzaranean.



4. Ondorioak

Habitat hautespenaren behin-behineko analisiak iradokitzen dute ur-satorrak aktibo dagoen denboran ur-lasterren aldeko hautua egiten duela ur bareen eta putzuen alboan. Hautespen horrek animalia zaugarri honen biziraupena bermatzeko ur-lasterren kopurua faboratu behar dela adieraziko luke. Aipatzekoa da hautespen-indizeak balio handiagoa ageri duela Leitzaranean Elaman baino, eta honek iradokitzen du Leitzaranean orokorrean baldintzak okerragoak direla.

Elamako eta Leitzarango ibaien arteko diferentziak ubidearen ezaugarriekin loturik leudeke. Elamako arroak kontserbazio-egoera bikaina du, baso helduz dago estalita, eta ibilguetan ez da ia giza-eraginik nabari. Leitzaranean, ordea, baso-ustiapen eta mendi-pista ugari dago, eta horiek errekari ekartzen dioten kaltea areagotu besterik ez dute egiten zentral hidroelektrikoek kentzen dioten ura, agorraldian emari osoaren %90etik gorakoa izan daitekeena. Emaria gutxitzeak azalera unitateko ur-lasterren kopurua murriztea dakar (Arroita et al., 2017), eta horren aurrean, ikerketa honetako emaitzek adierazitakoaren arabera, ur-satorraren ekologia espazialean eragiten da.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Habitat-hautespena ezagututa, dieta hautespena ezagutzea izango da ikerketaren ondorengo helburua. Piriniotako muturluzearen dieta ezagutu ostean baliabide mugatzailea zehazterik izango da eta honela animalia honen kudeaketarako funtsezko izango diren norabideak zehazteko aukera izango da.

5.1 Habitat-hautespena

Habitat-hautespenaren arloan sakontzen jarraitzea izango da ikerketaren lehenengo helburua, analisi estatistiko ezberdinekin. Ur-emarien aldaketek modelizazioan duten eragina ezagutzeko azterketak ere burutuko dira horrekin batera.

5.2 Dietaren analisisa

Bazka eskuragarritasuna zehazteko, 1 mm-ko porodun Surber sarearen bidez makroornogabeak lagindu ziren 2016ko iraila eta urrian, ibai bakoitzeko habitat mota bakoitzean 10 erreplika bilduz. Laginak etanolaz finkatu ziren, laborategira eraman, bereizi, identifikatu eta indibiduo guztiak neurtzeko. Taxoi bakoitzaren biomasa zehaztea izango da helburua, publikatutako datuetan edo berezko tamaina-pisua erlazioetan oinarrituz.

Jarraipenekin batera, ibai bakoitzean 100 gorotz fresko baino gehiago bildu ziren ikerketa eremu guztian zehar, ahalik eta muturluze kopuru handienaren dieta islada zezaten. Analisi molekularren bidez gorotzetan agertzen diren harrapakinak identifikatu nahi dira. Horretarako, muturluzearen gorotzen analisi molekularren azterketa pilotua burutu da alde zehatzetik, DNA-ren erazketa-, amplifikazio- eta sekuentziazio-metodoak optimizatzeko. Horretarako, berriaz ikerketa taldeak alde zehatzetik bildutako laginez baliatu da. Lagin hauen DNA erazi, eta bertatik COI genearen zati txiki identifikagarri ezberdinak amplifikatzeko autore ezberdinek artropodoen identifikaziorako erabiliko 7 primer konbinazio erabili dira: LepF1 eta EPT-long-univR (Hajibabei et al., 2011); mCOIintF eta jgHCO2198 (Leray et al., 2013); Uni-MinibarF1 eta Uni-MinibarR1 (Meusnier et al., 2008); ZBJ-ArtF1c eta ZBJ-ArtR2c (Zeale et al., 2011); LepF1 eta MLepF1_Rev (Brandon-Mong et al., 2015); ArF1, ArF2, ArF5, ArR3, ArR5 eta ArR9 (Gibson et al. 2014); eta mCOIintF, ArR3, ArR5 eta ArR9, guk proposatutako konbinazio berria. Ondoren, amplifikazio horien emaitzen sekuentziazio masiboa eginez, primer konbinazio horiek muturluzeak kontsumitutako harrapakinaren detekziorako duten eraginkortasunak konparatuko dira. Horretarako, dagozkien MOTU-ak (Molecular Operational Taxonomic Units) lortzeko analisi bioinformatikoez lortutako sekuentziak tratatuko dira, Arrizabalaga-Escudero et al. (2015) protokoloari jarraiki. Lortutako MOTU-ak BOLD eta GenBank-en eskuragarri dauden COI-en sekuentziei esleituko zaizkie (Hebert et al., 2003).

Segidan, azterketa pilotuaren emaitzek hobetsitako primer konbinazioak erabiliko dira ikerketa eremuetan jasotako gorotzen lagin nagusiak aztertzeko (guztira 200 lagin inguru, 100 lagin ibai bakoitzean). Beharrezko kasuetan, datu-baseetan erdietsitako harrapakin eskuragarrien sekuentziak agertzen ez direnetan, ikerketa arean eskuragarri dauden harrapakin potentzialen COI-a erazi, amplifikatu eta sekuentziatuko da. Dietaren emaitzak harrapakin mota bakoitzaren gertaera maiztasun gisa azalduko dira.

Eskuragarri zegoen harrapakin komunitatea ezagutzeko eta gorotzen analisi molekularren emaitzak haintzat hartuz, hauen harteko konparazioa burutuko da maila taxonomikoan eta trait morfologiko, ekologiko zein funtzionalen mailan garatuz, ikeritutako ibai bakoitzerako.

5.3 Habitat hautespenaren eta dietaren arteko erlazioaren analisisa

Mikrohabitat mailako hautespen patroiek bertako harrapakinen eskuragarritasunari edo bestelako inguruneko faktoreei (babesleku eskuragarritasuna, faktore hidrologikoak, fisikoak, etab) jarraitzen dioten zehaztuko da. Oraingoan ditugun behin-behineko datuek iradokitzen dute mikrohabitaten artean ez dagoela diferentziarik ornogabeen dentsitateari dagokionez. Horrek iradokitzen du bazka-eskuragarritasuna ez dela habitaten hautespenaren eragile nagusia. Eragile hori zein izan daitekeen oraindik ezin dugu zehaztu, baina litekeena da korrontea izatea, korronte apal eta sakonera handiko lekutan muturluzeak arazoak baititu hondoan bazka-bila mantentzeko. Korronte handiko lekutan, berriz, hondoko harriek eusten die bere atzapar zorrotzei esker, eta horrela lortzen du han mantentzea. Hau horrela balitz, hidroeletrikek egindako kaltea handia litzateke, ura errekatik kendu ahala murriztu egiten baita ur-lasterren kopurua, eta honekin batera, habitat optimoen eskuragarritasuna.

6. Erreferentziak

- Arrizabalaga-Escudero, A., Garin, I., Garcia-Mudarra, J. L., Alberdi, A., Aihartza, J. eta Goiti, U. (2015): Trophic requirements beyond foraging habitats: The importance of prey source habitats in bat conservation. *Biological Conservation*, 191: 512-519.
- Arroita, M., Flores, L., Larrañaga, A., Martínez, A., Martínez-Santos, M., Pereda, O., Ruiz-Romera, E., Solagaistua, L. eta Elozegi, A. (2017): Water abstraction impacts stream ecosystem functioning via wetted-channel contraction. *Freshwater Biology*, 62 (2): 243-257.
- Bertrand, A. (1993): Strategies alimentaires du Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus* dans un cours d'eau des Pyrénées Françaises, in: *Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman*. Serviço de Parques, Reservas e Conservação da Natureza – Museu Nacional de Historia Natural, Lisboa, Portugal.
- Brandon-Mong, G. J., Gan, H. M., Sing, K. W., Lee, P. S., Lim, P. E., eta Wilson, J. J. (2015): DNA metabarcoding of insects and allies: an evaluation of primers and pipelines. *Bulletin of entomological research*, 105 (6): 717-727.
- Castién E. eta Gosálbez, J. (1995): Diet of *Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) in the North of the Iberian Peninsula. *Netherlands Journal of Zoology*, 45(3-4): 422-430.
- Charbonnel, A. (2015): *Influence multi-échelle des facteurs environnementaux dans la répartition du Desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) en France*. Institut National Polytechnique de Toulouse (INP-T), Université de Toulouse, Doktorego Tesia, 260 or.
- Gibson, J., Shokralla, S., Porter, T. M., King, I., van Konynenburg, S., Janzen, D. H., Hallwachs, W. eta Hajibabaei, M. (2014): Simultaneous assessment of the macrobiome and microbiome in a bulk sample of tropical arthropods through DNA metasystematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (22): 8007-8012.
- Gillet, F. (2015): *Génétique et biologie de la conservation du desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) en France*. Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier), Université de Toulouse, Doktorego Tesia, 228 or.
- Gonzalez-Esteban, J., Villate, I., eta Castien, E. (2003): A comparison of methodologies used in the detection of the Pyrenean desman. *Mammalian Biology*, 68: 387-390.
- Hajibabaei, M., Shokralla, S., Zhou, X., Singer, G. A. C. eta Baird, D. J. (2011): Environmental barcoding: A next-generation sequencing approach for biomonitoring applications using river benthos. *PLoS ONE* 6 (4): e17497.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L. eta de Waard, J. R. (2003): Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of The Royal Society B Biological Sciences*, 270: 313-321.
- Hooge, P. N. eta Eichenlaub, W. M. (1999): *Animal Movement Extension to ArcView*. Alaska Biological Sciences Center, Anchorage.
- IUCN (2015): *The IUCN Red List of Threatened Species* [<http://www.iucnredlist.org>]. 2015-3 bertsioa.
- Leray, M., Yang, J. Y., Meyer, C. P., Mills, S. C., Agudelo, N., Ranwez, V., Boehm, J. T. eta Machida, R. J. (2013): A new versatile primer set targeting a short fragment of the mitochondrial COI region for metabarcoding metazoan diversity: application for characterizing coral reef fish gut contents. *Frontiers in Zoology*, 10 (1): 34.
- MAGRAMA (2013): *Estrategia para la conservación del desmán ibérico (Galemys pyrenaicus) en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 36 or.
- Meusnier, I., Singer, G. A. C., Landry, J-F., Hickey, D. A., Hebert, P. D. N. eta Hajibabaei, M. (2008): A Universal DNA Mini-barcode for Biodiversity Analysis. *BMC Genomics*, 9 (1): 214.
- Nores, C., Ojeda, F., Ruano, A., Villate, I., González, J., Cano, J. M. eta García Álvarez, H. E. (1992): *Aproximación a la metodología v estudio del área de distribución. estatus de nublación v*

- selección de hábitat del desmán (Galemys pyrenaicus) en la Península Ibérica. Informe inédito.* ICONA – Universidad de Oviedo, Asturias. 103 or.
- Nores, C. (2007): *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811), in: Palomo, L. J., Gisbert, J. eta Blanco, J. C. (arg.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad – SECEM – SECEMU, Madrid. 96-98.
- (2012): Desmán ibérico – *Galemys pyrenaicus*, in: Salvador, A. eta Cassinello, J. (arg.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>. 20 or.
- Peyre, A. (1956): Ecologie et biogeographie du desman (*Galemys pyrenaicus* G.) dans les Pyrénées françaises. *Mammalia*, 20: 405-418.
- Richard, P. B. (1976): Determination de l'age et de la longevité chez le desman des Pyrenées (*Galemys pyrenaicus*). *Terre Vie*, 30: 181-192.
- Santamarina, J. (1993): Trophic resources of *Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) in relation with water quality, in: *Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman*. Serviço de Parques, Reservas e Conservação da Natureza – Museu Nacional de Historia Natural, Lisboa, Portugal.
- (1995): Distribución de algunas especies de vertebrados terrestres en la cuenca del río Ulla (Galicia) en relación con la calidad de las aguas. *Ecología*, 9: 353-365.
- Stone, R. D. (1987): The social ecology of the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) (Insectivora: Talpidae), as revealed by radiotelemetry. *Journal of Zoology*, 212: 117-129.
- Zeale, M. R. K., Butlin, R. K., Barker, G. L. a, Lees, D. C. eta Jones, G. (2011): Taxon-specific PCR for DNA barcoding arthropod prey in bat faeces. *Molecular Ecology Resources*, 11:236-44.

7. Eskerrak eta oharrak

Eskerrak eman nahi dizkiegu Egoitz Salsamendiri, Aitor Arrizabalagari, Inazio Garini, Aitor Larrañagari, Miren Atristaini eta Maite Arroitari mendiko lanetan emandako laguntzarengatik. Eskerrak Artikutzako langileei eta Diputazioko guardei mendiko lanak errazteagatik. Proiektu hau LIFE IREKIBAI Proiektuak (LIFE 14 NAT/ES/00186), Donostiako Udaleko Ingurumen Zuzendaritza Sailak, Eusko Jaurlaritzako Ingurumen eta Lurralde Politika Sailak (156P/2016 Espedientea), eta UPV/EHU Euskal Herriko Unibertsitateak finantziatua izan da. Eusko Jaurlaritzaren Doktoratu Aurreko Programak eta Euskal Herriko Unibertsitateak (UPV/EHU) finantzatu du AE. Animalien harraketak eta markaketak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ekonomia Sustapeneko, Landa Inguruneke eta Lurralde Orekako Departamentuak eta Nafarroako Gobernuke Landa Garapeneko, Ingurumeneko eta Toki Administrazioke Departamentuak (16124 espedientea) baimenduak izan dira.