



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

V. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2023ko maiatzaren 17, 18 eta 19a
Donostia, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 3.0

ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

**Izorratu gabe ikertzea: PIT Tagen
erabilera Euskal Herriko saguzar
kabernikoletan**

*Lander Olasagasti Hosteins,
Miren Aldasoro Lezea,
Nerea Vallejo Lopez,
Urtzi Goiti Ugarte,
Joxerra Aihartza Azurtza
eta Inazio Garin Atorrasagasti*

409-416 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.v.05.52>

ANTOLATZAILEA:



BABESLEAK:



LAGUNTZAILEAK:



Izorratu gabe ikertzea: PIT Tagen erabilera Euskal Herriko saguzar kabernikoletan

Lander Olasagasti, Miren Aldasoro, Nerea Vallejo, Urtzi Goiti, Joxerra Aihartza, Inazio Garin

Euskal Herriko Unibertsitatea
lander.olasagasti@ehu.eus

Laburpena

Saguzarrez hitz egiten dugunean, ugaztunen artean dibertsoenetarikoa den Chiroptera ordenaz ari gara. Dela ikerketan, dela kudeaketan banakoak identifikatzeko markak jarri behar izaten dira maiz. Hori horrela, saguzarrak markatzeko marka eta metodo ugari daude eskuragarri, bakoitzak bere abantailak eta desabantailak dituelarik. Horien artean, PIT Taguek animaliak pasiboki detektatzea ahalbidetzen dute, baina hauen erabilera espezie fisurikoletara egon da mugatua. Aurrerapen teknologikoei esker, lan honek PIT tagak baliatuz 3 saguzar espezie kabernikolaren populazio-ekologia eta ekologia espaziala ikertu ditu, lehenengoz European. Antenen detektagarritasuna hain izan da handia Jolly-Seber modeloek % 99 baino detektagarritasun balio altuagoak eman dituztela bai *Myotis myotis*-en eta bai *Rhinolophus euryale*-n. Bi espezie horien kasuan lehen urteko animalien biziraupena aldakorra izan da urtetik urtera. Gainera, emaitzek adierazten dute lehen urtea dela kritikoena hilkortasunari dagokionez espezie horientzat. *R. euryale* gazteak sexuarekiko independentea den filopatria eredua erakutsi dute; *M. myotis* gazteen artean, aldiz, soilik emeak izan dira filopatrikoak. Bukatzeko, *M. schreibersii* gazteek lehen urtean bertan distantzia luzeko mugimenduak egiten dituztela behatu da. Hori horrela, lan hau aurrekaria da metodologia hau saguzar kabernikoletan aplikatzean eta datozen urteetako erronkak finkatzen ditu.

Abstract

Bats constitute the second most diverse mammal order, Chiroptera. Research and management of free-ranging bats ordinarily require the identification of individuals. To do so, there are several marking methods. Among them, PIT tags allow passively detecting the animals, but due to the low detection range of the antennas, their usage has been limited to bats that roost in rock crevices. Here, we present the first work in Europe that implements PIT tag for the study of cave-dwelling bats. Our homemade antennas showed great detectability, in fact Jolly-Seber models showed detectability values higher than 99 % for *Rhinolophus euryale* and *Myotis myotis*. Yearling survival rate was lower than adult survival rate; besides, survivorship of yearling bats varied substantially between years. Regarding philopatry, in *R. euryale* males and females were highly philopatric, while only the females returned to their natal colony in *M. myotis*. Finally, we recorded several long distance movements of yearlings of *Miniopterus schreibersii*.

1. Sarrera eta motibazioa

Saguzarrez hitz egiten dugunean, ugaztunen artean dibertsoenetarikoa den Chiroptera ordenaz ari gara. Ezagutzen diren ia 1400 espezieetatik 200 bat megakiropteroak (azeri hegaliarik) dira, eta gainerakoak mikrokiropteroak (ohikoak zaizkigun saguzarrak), zeinak Antartika salbu kontinente guztietan zehar agertzen diren. Gainera, Chiroptera da European azken hamarkadetan gehien ikertu den ugaztun ordena. Euskal Herriko ikertalde ezberdinek ere literatura oparoa produzitu dute gurean aurki daitezkeen 27 saguzar espezieen inguruan (e.g. Alcalde eta Escala, 1999; Aldasoro et al., 2019; Vallejo et al., 2019). Izan ere, saguzarrek ikerketarako oso interesgarriak diren ezaugarri ugari dauzkate. Batetik, modu aktiboan hegatzeko lortu duten ugaztun bakarra dira. Bestalde, erabateko iluntasunean zehaztasun osoz hegatzeko, orientatzeko eta elikagaiak atzemateko ahalbidetzen dien zentzumena garatu dute: ekokopapena (Norberg eta Rayner, 1987) Gainera, animalia taldezaleak direnez, giza osasunerako kaltegarriak diren zenbait birusen bektoreak dira (Banerjee et al., 2019). Ekologia trofikoak ere sakon ikertu den arloa da; zeren eta espezie batzuk fruitujaleak, nektariboroak, hematofagoak edo haragijaleak badira ere, gehiengoak intsektujaleak da, nekazaritzako izurri diren zenbait intsektuen kontrol biologikoa burutuz (Aizpurua et al., 2018). Tamalez, saguzar espezieen % 30ak kontserbazio arazoak ditu.

Dela ikerketan, dela kudeaketan, banakoak identifikatzeko markak jarri behar izaten dira maiz (Kunz eta Parsons, 2009); soilik hala eskura baitaiteke funtsezko ezagutza biziraupenari (O'Donnell, 2009), gordelekuarekiko fideltasunari (Lewis, 1995) edota migrazio aktibitateari (Hutterer et al., 2005) buruz. Hori horrela, saguzarrak markatzeko marka eta metodo ugari daude

eskuragarri, bakoitzak bere abantailak eta desabantailak dituelarik. Zaharrena, merkeena, oinarrizkoena, eta hargatik erabiliena, saguzarrei kode uniko bat duen eraztun edo banda bat jartzean datza. Baina, marka mota honek zauriak sor ditzake, saguzarren biziraupenari zein ugalarrakastari erasanez (Baker et al., 2001). Gainera, sarritan kodea irakurgaitz geratzen da, bai animaliak eraztuna zarrastatu duelako, bai eta hezetasunaren eta bestelako kanpo-baldintzen poderioz. Azken hamarkadetan, animalien posizio zehatza ezagutarazten duten gailuak erabili dira, irrati-telemetrian naiz GPSan oinarritutakoak (Goiti et al., 2008). Animaliei jartzen zaizkien gailu horiek sistema elikatzekeo bateriak daramatzate inkorporaturik, eta ondorioz pisutsuegiak dira saguzar espezie txikieneztat. Bestalde, bateriek biziraupen laburra izaten dute, asko jota bi astetakoa eta beraz ez dute epe luzeko ikerketak egiteko balio.

Azkenik, irrati frekuentzia bidezko identifikazioan (Radio Frequency Identification, RFID) oinarritzen diren Passive Integrated Transponder (PIT) tag delakoak ere erabili dira. PIT tag bat 10 mm-ko beirazko kapsula batez inguraturiko transponder edo txip bat da, zeina larruazalpean txertatzen baitzaio animalari. Tag hauek ez dute inolako bateriarik behar, inaktibo dihardute harik eta eremu elektromagnetiko batek (antena) kitzikatzen dituen arte; txip bakoitzarekiko eskusiboa den kodea emanez. Ezaugarri honetan datza markaketa metodo honen abantaila nagusia; izan ere, animalia ez da fisikoki harrapatu behar kodea irakurri ahal izateko (Smyth eta Nebel, 2013). Bestalde, txipak ez duenez bateriarik behar, tagak irakurgarri dirau animalien bizialdi osoan zehar. Hori horrela, metodologia hau darabilten lan ugari argitaratu dira (adib. Kerth eta Reckardt, 2003; Ellison et al., 2012; Ružinská et al., 2022) eta gaurdaino ez dago PIT tagek saguzarren biziraupenean edo ugalarrakastan inpaktua eragiten dutenaren ebidentziarik.

Teknologia honen erabilera, ordea, gordeleku txikiak erabiltzen dituzten espezieetara mugatu da. Izan ere, saguzarren artean badira kobazuloetan edota eraikin abandonatueta bizi diren espezieak (kabernikolak), baina baita zuhaitzetako zuloetan, paretetako zein harkaitzetako arrakalotan (fisurikolak) edo enbor azalen pean bizi diren espezieak ere. RFID antenen detekzio-tarte murrizta dela eta (zentimetro gutxi batzuk), PIT tagekin egindako lanak azken talde horietako espezieetara mugatu dira. Baina, arrakala edo zulo batekin alderatuta, koba batek ezaugarri guztiz ezberdinak ditu. Batetik, kobek ingurune oso egonkorra eta segurua eskaintzen dute: koba barruko hezetasuna eta tenperatura kanpokoarekiko independentea baita, urte luzez irauten baitu, eta saguzarrak harrapariengandik hobeki babesten baititu. Bestetik, kopuruari dagokionez, kobak urriagoak dira eta elkarrengandik isolatuago egon ohi dira. Hori horrela, espezie kabernikolen gordelekuen erabilerak, populazio-ekologiak edo estruktura sozialak ez du zerikusirik saguzar fisurikolenarekin (Lewis, 1995).

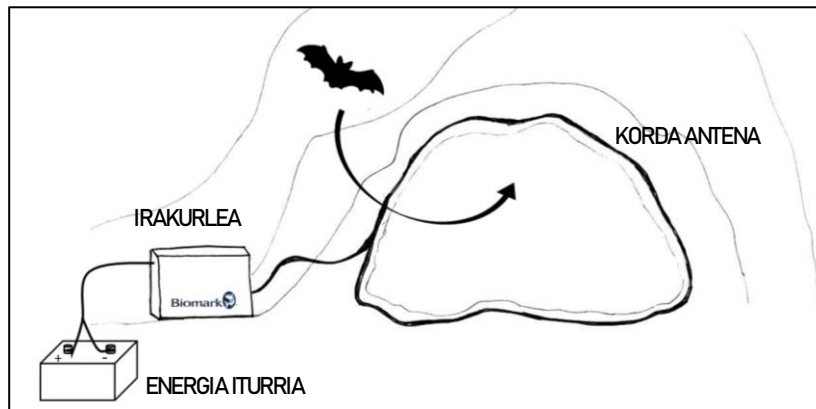
2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

PIT tagen bidez espezie kabernikolak ikertzeko lehen ahaleginek ez zituzten emaitza positiboak erdietsi (Britzke et al., 2014; Adams eta Ammerman, 2015). Britzke et al. (2014) lanean leiho moduko itxiturak jarri zituzten koba sarreran, saguzarrak antenara bideratuz. Adams eta Ammerman (2015) lanean, aldiz, kobako sarrera zig-zagean gurutzatzen zuen antena bat baliatu zuten. Bi kasuetan antenen konfigurazioak saguzarren hegaketa larregi eraldatu zuen. Baina, azken aurrerapen teknologikoei antenen detekzio-tartea nabarmen handitu dute eta Ozeanian jada hasi dira RFID sistema handiekin (large RFID system) lehen lanak argitaratzen (van Harten et al., 2019, 2020, 2022; Bullen eta Reiffer 2020). PIT tagak detektatzeko RFID sistema hauek 3 atal nagusiz osatzen dira (1. Irudia): tagak irakurri eta erregistratzen dituen irakurlea, begizta moduan paratutako korda-antena luze eta elastikoa zeinak eremu elektromagnetiko bat sortzen baitu, eta sistema elikatuko duen energia-iturria. Hala, markatutako saguzar bat begiztan zehar pasatzen denean, irakurleak saguzar horri dagokion kodea erregistratzen du.

Lan honek aurrekaria izan nahi du European PIT tagak detektatzeko RFID sistema handien erabileran. Eta horretarako, Euskal Herrian topa daitezkeen 3 saguzar espezie kabernikola izan ditugu ikergai: *Rhinolophus euryale* ferra-saguzar mediterranea, *Miniopterus schreibersii* koba-saguzarra eta *Myotis myotis* arratoi-belarria. Espezie hauetako bakoitza familia ezberdin bateri dagokio, eta beraz historia ebolutibo ezberdina dute. Bestalde, espezie hauen bitartez, RFID sistema handiak hegakera-eredu ezberdineko espezieekin nola moldatzen diren testatu ahal izango dugu. Izan ere, *R. euryale* eta *M. myotis* ingurune itxietara (basoetara) moldaturiko hegalaria motelak dira; bien hegoek itxura-ratio (*aspect ratio*) baxua dute, hau da, laburrak eta zabalak dira, eta beraz, abiadura baxuko baina maniobrabilitate altuko hegakera dute (Norberg eta Rayner,

1987). Aitzitik, *M. schreibersii*-ren hegoak luzeak eta estuak dira; ondorioz, espezie honek abiadura handiko hegaldiak burutzen ditu, ingurune irekietan ehizatako aproposagoak direnak eta distantzia luzeko mugimenduak egitea ahalbidetzen diotenak (Hutterer et al., 2005).

1. Irudia. RFID sistema handien irudi eskematikoa.



Hori horrela, lan honetan RFID sistema handien detektagarritasuna zenbatekoa den eabazten ahaleginduko gara. Eta detektagarritasunaren afera zehaztutakoan, aipatutako hiru espezieetako gazteen biziraupena eta filopatria aztertuko ditugu.

3. Ikerketaren muina

3.1 Antenaren detektagarritasuna

Harrapaketa-berrarrapaketa (*capture-recapture*) oinarritzen diren lanetan, beharrezkoa da berrarrapaketa beraren efizientzia edo fidagarritasuna testatzea, are gehiago berrarrapatzeko erabiltzen diren antenak norberak eraikiak badira (Lettink eta Armstrong, 2003). Gau batean antena gurutzatzen duten indibiduo markatuetatik detektatzen direnen proportzio gisa definitu dugu detektagarritasuna. Berau kalkulatzeko marka bikoitza egitea (saguzar bakoitzari bi tag jartzea) planteatu genuen lehenik; baina, *tag collision* deritzonagatik, tag batek beste tag bat detektatzea galarazten du. Bigarren aukera gordeleku bakoitzeko bi antena jartzean eta antenen arteko emaitzak konparatzean zetzan. Hala ere, metodo hau baztertu egin genuen sistema baten funtzionamenduak bestean negatiboki eragin baitezake. Izan ere, zarata elektromagnetikoa da RFID sistemen funtzionamenduari gehien erasaten dion faktoreetariko bat (van Harten et al, 2019). Behin aukera horiek baztertuta, gordelekuarekiko fideltasun handiena izan dezakeen animaliekin lan egitea erabaki zen: urte berean jaiotako *Rhinolophus euryale* gazteekin.

Hori horrela, 2022ko udan Bizkaia mendebaldeko 2 kolonietako 74 eta 45 *R. euryale* gazteri taga jarri zitzaien eta markaketa osteko 10 egunetan antena bana izan genuen aktibo gordeleku bakoitzean. Animaliek markatu zireneko gordeleku bera egunero erabiltzea espero genuenez, markatutako animalietatik antenak detektatutakoan proportzioa erabili dugu detektagarritasunaren adierazgarritzat. Lehen kolonian ($n = 74$) detektagarritasuna $\%86.82 \pm 1.97$ izan zen eta bigarrean ($n = 45$) 94.17 ± 0.41 . Lehen koloniak, irteera printzipalaz gain, bigarren irteera txikiago bat du, zeina animaliek apenas erabiltzen duten; baina, kolonien arteko ezberdintasunak azal ditzaken. Gainera, markatutako animalia guztiak detektatu genituen lehen astean zehar eta ez genuen kolonien arteko mugimendurik erregistratu. Emaitza hauen bidez, lehen aldiz deskribatzen dugu modu fidagarri eta kontserbakorrean RFID antena handien detektagarritasuna. Lortutako balioak van Harten et al. (2019) lanean modu ez zunenean estimatu zirenak baino handiagoak dira. Gainera, kontuan izanik guk erabilitako parametroek mugimenduekin eta ez ateratzearekin (saguzar bat gau batean gordelekuan geratzea) negatibo faltsuak ematen dituztela, eskuraturiko balioak oso altuak dira eta beraz metodoaren baliagarritasuna indartzen dute.

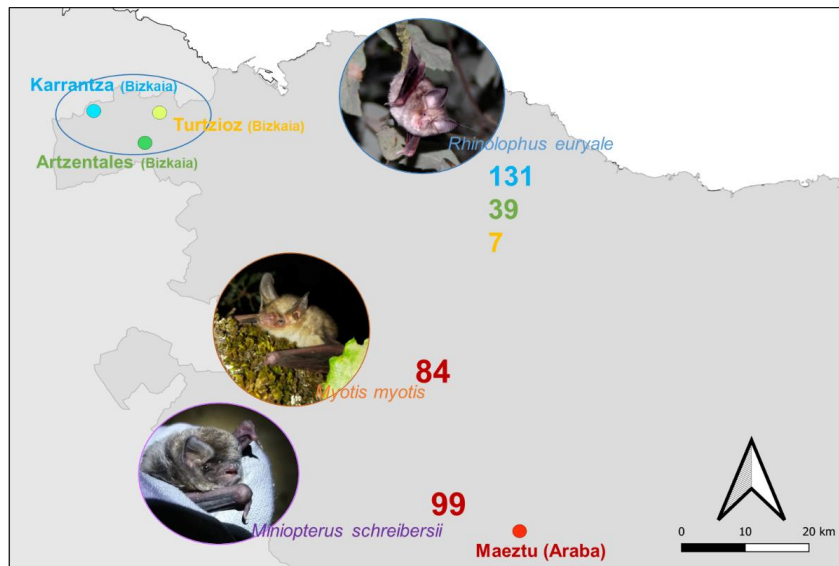
3.2 Gazteen biziraupena eta filopatria

2022an markatutako *Rhinolophus euryale* gazteen epe motzeko jarraipenaren bidez metodoaren fidagarritasuna balioztatu ostean, *R. euryale*, *M. myotis* eta *M. schreibersii* espezieetako gazteen biziraupena eta filopatria aztertuko ditugu. Filopatria da animalia batek jaiotako lekura

bueltatzeko duen tendentzia. Parametro hauek kalkulatzeko 2020ko eta 2021eko udatan markatutako animalien berrarrapaketa datuak erabiliko ditugu. Guztira 360 animalia markatu dira 4 koloniatan (2. Irudia). *M. myotis* eta *M. schreibersii* guztiak Maeztuko (Araba) koba batean markatu genituen: 53 *M. myotis* eta 53 *M. schreibersii* 2020an, eta 31 *M. myotis* eta 46 *M. schreibersii* 2021an. *R. euryaleak* elkarrengandik 10 km baino gutxiagotara Bizkaiko mendebaldean dauden 3 kolonia ezberdinetan markatu genituen. Karrantzako (Bizkaia) koba batean 70 eta 61 *R. euryale* markatu genituen hurrenez hurren 2020 eta 2021ean. Artzentaleseko (Bizkaia) baserri abandonatu batean 39 indibiduo markatu genituen 2020ko udan eta bat bera ere ez 2021ekoan. 2021eko udan 7 *R. euryale* markatu genituen Turtziozko (Bizkaia) meazulo batean. Markatutako animalien sexu ratioa 1:1 izan da oro har. 2022ko udan ere markatu dira animaliak, baina oraindik ez dira hauek analizatzeko nahikoa datu eskuratu. Urtean zehar garai ezberdinetan izan ditugu antenak aktibo, saguzarren bizi-zikloko etapa ezberdinak kontuan hartuz.

Saguzarren harrapaketa eta manipulazioa animalien ikerketa eta irakaskuntzarako araudiak jarraituz egin zen. Harrapaketak Euskal Herriko Unibertsitateko Etika Batzordeak baimenduak izan ziren (M20/2021/137) eta eskualde bakoitzean zegokion gobernu-erakundeak emandako lizentziekin burutu ziren.

2. Irudia. Markatutako koloniak. Kolonia bakoitzean markaturiko animalia kopurua adierazten da.



Bizkaiko mendebaldeko *Rhinolophus euryale*-eri dagokienez, aipagarria da Jolly-Seber modeloen arabera detektagarritasuna % 99 baino handiagoa izan dela, hau da, bigarren urtean ez dela lehen urtean detektatu gabeko animaliarik detektatu. Beste era batera esanda, lehen negua pasa duten animalia guztiak detektatu ditugu, ez da negatibo faltsurik egon. Balio horiek oso altuak dira beste metodologiekkin eskuratutakoekin alderatuta. Lehen neguko biziraupenari dagokionez, ezberdintasun handiak izan dira urtetik urtera, baina ez koloniatik koloniarara. Lehen neguko biziraupena % 78koa izan da 2020an jaiotako ferra-saguzar mediterraneoetan eta % 50 ingurukoa 2021ean jaiotakoetan. Aldakortasun hori udazkeneko klimatologiarekin lotu izan da beste espezieetan; esaterako, Ameriketako Estatu Batuetan, uda amaiera euritsuak dituzten urteetan jaiotako *Myotis lucifugus*-ek bizirauteko probabilitate handiagoa dute udagoien lehorreko urteetan jaiotakoekin baino (Frick et al., 2010). Bestalde, 2020an jaiotako ferra-saguzarren biziraupen-tasa % 78tik % 86ra igo zen bigarren neguan. Biziraupen eredu hau, zeinetan lehen urtea baita animalia-erantzat kritikoena, ohikoa da saguzarretan eta baita hegaztietan, narrastietan eta beste ugaztunetan ere. Filopatria altua izan da bai arretan eta bai emeetan, animalia guztiak detektatu ditugu momenturen batean markatu genituen koloniatan. Sexuarekiko independentea den filopatria eredu hau ez da batere ohikoa saguzarretan; European soilik *Plecotus auritus*-en deskribatu da lehenago. Izan ere, sexu baten edo bestearen filopatria ezak (dispertsioak) fluxu genetikoa ahalbidetzen du, odolkidetasun arazoak saihestuz. Arrak zein emeak filopatrikoak diren espezieetan ordea, beste mekanismo batzuk behar izaten dira odolkidetasuna saihesteko. Baina, *R. euryale*-ren ugalketari buruz gaurdaino ez dago bibliografia sendorik. Bukatzeko, kolonien arteko mugimendu ugari erregistratu dira. Mugimenduen

maiztasun altuak Bizkaiko mendebaldeko koloniek metapopulazio bat osatzen dutela iradokitzen du.

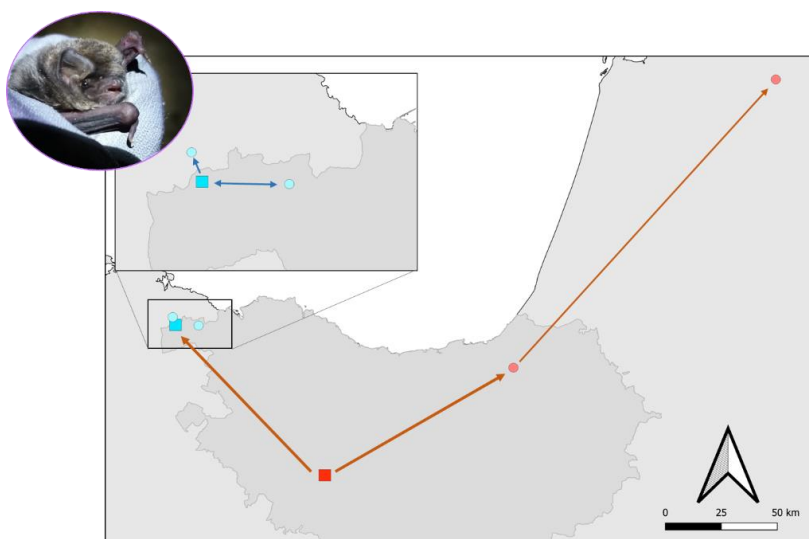
Myotis myotis-en kasuan, Jolly-Seber modeloek detektagarritasuna altua dela badiote ere, antenekin lagindutako egun kopurua Bizkai mendebaldean egindakoa baino baxuagoa da; eta beraz, bizirik dauden animalia batzuk detektatu ez izana gerta daiteke. Espezie honetan sexuen arteko ezberdintasunak nabarmenak izan dira. Lehen negua eta gero soilik emeak bueltatu ziren kumatze-koloniara eta ez zen ar bakar bat bera ere detektatu. Biziraupenari dagokionez, *R. euryale*-rentzat eskuratutako balio antzekoak lortu dira. 2020an markatutako emeen biziraupena % 73koa izan zen lehen neguan eta % 80koa bigarrenean. Aldiz, 2021ean markatutako eme gazteen % 50ak soilik gainditu zuen lehen negua. Filopatriari dagokiola, sexuak baldintzatutako dispertsio erdua behatu dugu, zeina ondo ikertuta dagoen bai espezie honetan baita *Myotis* generoko beste zenbait espezieetan ere (Frick et al., 2010). Ar helduak bakartiak dira udan zehar, bakoitzak bere gordelekua (zuhaitz zulo bat edo arrakala bat) sutuki defendatzen duelarik (Zahn eta Dippel, 2009). Gure emaitzek iradokitzen dute ar gazteek ere jokabi de berdina dutela, lehen neguaren ostean ez baitira jaiotako koloniara bueltatzen. Emei dagokienez, lehenago ere eskuratu da informazioa *M. myotis* emeek kumatze-koloniekiko duten filopatriaren inguruan eta filopatriak kumatzeke garaian dakartzan abantailen inguruan. Ez dago ordea informazio garbirik eme gazte ez ugalkorren filopatriaren inguruan. Lan honek modu argigarrian frogatzen du emeak lehen urtetik direla jaiotako koloniariekiko filopatrikoak. Baina, zein abantaila ebolutibo ditu filopatrikoak izateak kumatuko ez den saguzar batentzat? Erantzun konplexuko galdera da, faktore askoren konbinazioak baitu eragina (Ortega, 2016). Batetik, taldekatze arrazoi nagusietako bat termorregulazioa da. Bestetik, koloniakideekiko sozializazioak animaliarik dakartzkion abantailak ere ugariak dira eta ezin bazter daiteke ikasketak izan dezakeen garrantzia. Edonola, gure emaitzek ez dute afera hau argitzeko daturik ematen.

Miniopterus schreibersii koba-saguzarraren kasuan, ez da gazteen biziraupenaren estima fidagarrikerik egiterik lortu. 2020an markatutako 53 indibiduoetatik 8 besterik ez ditugu detektatu eta 2021ean markatutako 46 indibiduoetatik soilik 6 detektatu ditugu. Gainera, Maeztuko koban antena jarri dugun aldiro indibiduo ezberdinak detektatu ditugu. 2021ean detektatu ez ziren 3 animalia 2022ko udan detektatu genituen adibidez. Espezie honekin izan dugun detektagarritasuna beraz ez da nahikoa izan. Detektagarritasun balio eskas horien atzean 4 faktore egon daitezke: markaren galera, animalien abiadurak antenen detekzio gaitasuna gainditu izana, hilkortasun handiegia egotea eta espeziearen ekologia. Tag galerari dagokionez, soilik Rigby et al. (2012) lanean aipatu da galera nabarmena (% 30 inguru). Hala ere, emaitzok txertaketa puntuan itsasgarri kirurgikorik aplikatu ez izanari egotzi zaizkio. Oro har, markatutako saguzarren % 3ak baino gutxiagok galtzen du taga (O'Shea et al., 2006; van Harten et al., 2021). Honi jarraiki, lehen markaketa-saiotik aplikatu izan dugu itsasgarri kirurgikoa, eta beraz inprobablea zaigu tag galeraren inpaktu gehiegizkoa. Gainera, 2021ean detektatu gabeko animaliak 2022an detektatu izanak beste esplikazio batzuk eskatzen ditu. Animaliek antena azkarregi gurutzatu izana baztertzeko, pasaldi bakoitzeko zenbat irakurketa erregistratzen diren aztertu dugu. Irakurgailuak 30 milisegundoro tag bat irakurtzeko gaitasuna du eta detektatutako *Miniopterus schreibersii*-en kasuan, antena gurutzatu duten aldiro irakurketa bat baino gehiago erregistratu dira. Gainera, ez dago ezberdintasunik *M. myotis*-ek eta *M. schreibersii*-k pasaldi bakoitzean produzitzen dituzten irakurketa kopuruan. Are gehiago, van Harten et al. (2019, 2020 eta 2022) lanetan *Miniopterus* generoko beste espezie bat ikertu da eta ez da antzeko arazorik behatu. Hilkortasun handiak lortutako emaitzak azal litzake, baina, berriro ere, 2021ean detektatu gabeko animaliak 2022an detektatu izanak detektagarritasun arazora bideratzen gaitu.

Esan bezala, Maeztuko detekzioak ez dira konstanteak. Adibidez, 2022ko ekaineko lehen astean detektaturiko 10 animalietatik soilik 5 detektatu ziren hilabete beranduago egindako detekzio-saioan. Uztaileko detekzio-saio hartan aipaturiko 5 animalia horiez gain beste 5 *Miniopterus schreibersii* berri detektatu genituen. Gainera, Maeztun markatutako zenbait koba-saguzar kilometro askotara dauden gordelekuetan detektatu ditugu kumatze-garaitik kanpo (3. Irudia). 2022ko abuztuan Maeztun markatutako koba-saguzar gazte bat Karrantzan detektatu zen hilabete beranduago. 2020an eta 2021ean Maeztun markatutako koba-saguzar bana Ainhoako (Lapurdi) koba batean detektatu dituzte Iparraldeko lankideek. Gainera, Ainhoan detektatutako animalia bat Ometen (Frantzia) detektatu dute osteran. Animalia hauetako bakoitza gau bakar batean detektatu da, ez dira luzez geratu bertan. Gainera, aipagarria da 2022an Karrantzan markatutako 9 *M. schreibersii* Ojebarreko (Espainia) koba batean detektatu ditugula. Markatutako

9 animalia hauek guztiak 4 egunen baitan agertu eta desagertu ziren. Ezaguna da espezie honek distantzia luzeko mugimenduak egiteko duen joera, zeintzuengatik espezie migratzailea kontsideratzen baita (Hutterer et al., 2005). Iberiar Penintsulan ere zenbait lanek jaso dituzte gordelekuen arteko mugimenduak (Serra Cobo et al., 1998; Garin et al., 2005). Mugimendu horiek mota ezberdineko gordelekuen artean gertatzen dira oro har, hau da, trantsizio-kolonien eta kumatze-kolonien artean, trantsizio-kolonien eta hibernazio-kolonien artean eta abar. Gure datuek, beraz, ez dute mugimenduen norabideari dagokion berritasunik eskaintzen. Bai ordea trantsizio gune horietan animaliek pasatzen duten denboraren inguruan; zeren eta zitaturako lanek eratzunketa erabiltzen dute markaketa metodo gisa, eta beraz, egun bakar batean gordelekuan aurkitutakoa islatzen dute. PIT tagen bidez, animalia bakoitzak gordelekua erabiltzeari noiz ekiten dion eta noiz uzten dion jakin dezakegu.

3. Irudia. Koba-saguzarraren mugimenduak.



Beraz, nola azaltzen ditu espezie honen ekologiak eskuratu ditugun emaitzak? Trantsizio gordelekuen erabilera kumatze-kolonietatik hibernazio-kolonietara egiten dituzten migrazioen parte litzake. Bitarte horretan animaliek trantsizio kolonia txiki, dinamiko eta efimeroak osatzen dituzte. Eskala handian burutzen den *fission-fusion* dinamika litzake. Bestalde, gazteek kumatze-garaian duten filopatria eta fidelitasun eskasa azaltzeko, talde handietan elkartzeak *M. schreibersii* ez-ugaltzaileeri zer suposatzen dien aztertu behar dugu. Talde handiak osatzeak baditu abantailak, baina badira taldetik aldentzeko arrazoiak ere. Batetik, gazte ez ugalkor baten eskakizun metabolikoak eme ugalkorrekiko guztiz ezberdinak dira; adibidez, gazte bati, egunean zehar aktibo mantendu ordez, metabolismoa jaisteko tenperatura murriztea komeni dakiok. Bestetik, koloniaren tamaina zuzenki erlazionatuta dago parasito-kargarekin, eta beraz, kumerik ez duen animaliak abantaila atera dezake talde handienetik aldentuz. Beste faktoreetako bat bazkagatiko kompetentzia murriztea izan daiteke, kasu honetan animaliak kompetentzia gutxiago duten eremuetara joango liriteke. Hipotesi hauek zuzenak balira, datozen urteetan, indibiduoek heldutasun sexuala eskuratu ahala, orain artean detektatu ez ditugun animaliak detektatu beharko genituzke. Gainera, oraindik ugalkorak ez diren indibiduo sub-helduak detektatzeko, ahalegin handiagoa egin beharko dugu, antenak kumatze-kolonian denbora luzez instalatuz eta trantsizio-koloniak maiz bisitatuz.

4. Ondorioak

Lan honek arrakastaz lortu du PIT tagak erabiltzea saguzar kabernikolen populazio-dinamika eta ekologia-espaziala aztertzeko, European aurrekaria bilakatuz. PIT taguek marka gisa, eta RFID sistema handiek kobetako detekzio sistema gisa aurrerapauso izugarria suposa dezakete saguzar kabernikolen ikerketan zein kontserbazioan. Izan ere, eraikitako antenak erraz instalatu daitezke ia koba guztietan, oso adaptagarriak baitira. Gainera, hain txikiak izanik, PIT tagak espezie guztietan injekta daitezke inpaktu negatiborik sortu gabe. Bukatzeko, azpimarragarria da eraikitako antenen detektagarritasuna % 85etik gorakoa izan dela kasu guztietan. Animaliak detektatzeko eraginkortasunari esker, biziraupenari eta hilkortasunari buuruz eskuratzen diren emaitzak oso fidagarriak dira. Hala, gure emaitzek, partzialak badira ere, gazteen biziraupena

urtetik urtera oso aldakorra izan daitekeela ikustarazteko balio izan dute. Konparatze aldera, bai *M. myotis*-en kasuan, baita *R. euryale*-ren kasuan ere, lehen urteko biziraupen-tasak beste metodo eta espezie batzuetan baino askoz ere altuagoak dira (Frick et al., 2010). Kontserbazio aldetik, lan honetan islatu da gordeleku berdinak erabiltzeagatik, espezie bakoitzak bere eskakizun eta erabilera propioak dituela. *Rhinolophus euryale*-ek eta *Myotis myotis*-ek filopatria zein fideltasun handia erakutsi dute, eta beraz, kumatzen direneko gordeleku horien babesaren bermatzea ezinbestekoa da espezieak kontserbatuko badira. *Miniopterus schreibersii*-ren kasua bestelakoa da, distantzia luzeko mugimenduak oso ohikoak izanik, espezie honen populazioa oso zabaldua baitago. Beraz, espezie hau kontserbatzera zuzendutako neurriek ekologiaren aspektu hau zorrotz zaindu beharko lukete, trantsizio koloniei behar duten babesaren eskainiz.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Aplikatzeko ari garen metodologia oso eraginkorra dela frogatu ostean, datoen urteetako lana biziraupen eta hilkortasun tasari buruzko datuak pilatzean datza. Datuek diote hurrengo hamarkadetan, klima aldaketak bultzatuta, animalia askok haien ugaritasunean zein bizi-eremuetan aldaketa sakonak jasango dituztela. Horren aurrean, espezie ezberdinen hilkortasuna monitorizatzeko datu oso argigarriak ekar litezake. Baina, kontserbaziotik haratago, saguzar kabernikola ezberdinen populazio-ekologiaren eta ekologia-espazialaren ikerketan sakontzeko aukera eskaintzen digu teknologia honek. Hori horrela, uda honetan bertan *Rhinolophus euryale*-ren ugalkortasunaren inguruan ikertzeko saiakerak burutuko ditugu. Aipatu bezala, espezie honen ugalketari buruz dakiguna oso urria baita. Bestalde, hibernazio-kolonien erabilera, distantzia ezberdinetara dauden kolonien arteko mugimenduen maiztasuna eta abar ere ikertu ahal izango ditugu. Honi jarraiki, Euskal Herri Iparraldeko eta Frantziako lan-talde ezberdinekin elkarlanean, *Miniopterus schreibersii*-ren migrazioak PIT tagak erabiliz ikertzeko ahaleginak egingo dira.

6. Erreferentziak

- Adams, E. R., and L.K. Ammerman. (2015). A serpentine antenna configuration for passive integrated transponder tag readers used at bat roosts. *The Southwestern Naturalist*, 60, 393–397. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-60.4.393>
- Aizpurua, O., I. Budinski, P. Georgiakakis, S. Gopalakrishnan, C. Ibañez, V. Mata, H. Rebelo, D. Russo, F. Szodoray-Parádi, V. Zhelyazkova, V. Zrncic, M. T. P. Gilbert, and A. Alberdi. (2018). Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest arthropods across Europe: Evidence from DNA metabarcoding. *Molecular Ecology* 27:815–825.
- Alcalde, J. T., & Escala, M. C. (1999). Distribución de los quirópteros en Navarra, España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 95, 157-171.
- Aldasoro, M., Garin, I., Vallejo, N., Baroja, U., Arrizabalaga-Escudero, A., Goiti, U., & Aihartza, J. (2019). Gaining ecological insight on dietary allocation among horseshoe bats through molecular primer combination. *PLoS One*, 14(7), e0220081.
- Baker G. Barry , Lumsden Lindy F. , Dettmann E. Belinda , Schedvin Natasha K. , Schulz Martin , Watkins Doug Jansen Loraine (2001) The effect of forearm bands on insectivorous bats (Microchiroptera) in Australia . *Wildlife Research* 28, 229-237.
- Banerjee A, Kulcsar K, Misra V, Frieman M eta Mossman K. (2019) Bats and Coronaviruses. *Viruses*, 11(1):41.
- Britzke, E. R., M.W. Gumbert, and M.G. Hohmann (2014). Behavioral response of bats to passive integrated transponder tag reader arrays placed at cave entrances. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 5, 146–150. <https://doi.org/10.3996/082012-JFWM-065>
- Bullen, R.D. and S. Reiffer (2020). Measurement of roost entrance activity of *Ptilinopus* leaf-nosed bats (*Rhinonictes aurantia*) using passive integrated transponder tags. *Australian Mammalogy*. <https://doi.org/10.1071/AM20054>
- Ellison, L. E., T.J. O'Shea, D.J. Neubaum, M.A. Neubaum, R.D. Pearce and R.A. Bowen (2007). A comparison of conventional capture versus PIT reader techniques for estimating survival and capture probabilities of big brown bats (*Eptesicus fuscus*). *Acta Chiropterologica*, 9, 149–160.
- Frick WF, Reynolds DS, Kunz TH. Influence of climate and reproductive timing on demography of little brown myotis *Myotis lucifugus*. *J Anim Ecol*. 2010 Jan;79(1):128-36.

- Garin, I.; Aihartza, J.; Agirre-Mendi, P.T.; Alcalde, J.T.; De Lucas, J.; De Paz, O.; Goiti, U.; Artazcoz, A. (2008). Seasonal movements of the Schreibers' bat, *Miniopterus schreibersii*, in the northern Iberian Peninsula. *Ital. J. Zool.*, 75, 263–270.
- Goiti, U., Garin, I., Almenar, D. Salsamendi, E. eta Aiertza J. (2008) Foraging by Mediterranean Horseshoe Bats (*Rhinolophus euryale*) in Relation to Prey Distribution and Edge Habitat. *Journal of Mammalogy*, 89: DOI:10.1644/07-MAMM-A-054R2.1
- Hutterer, R., T. Ivanova, C. Meyer-Cords, L. Rodríguez. (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature. German Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 162 pp.
- Kerth G and K. Reckardt (2003). Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. *Proc Biol Sci.* 7;270(1514):511-5.
- Kunz, T.H., and S. Parsons, eds (2009) Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Letting, M., & Armstrong, D. P. (2003). An introduction to using mark-recapture analysis for monitoring threatened species. Department of Conservation Technical Series A, 28, 5-32.
- Lewis, S.E. (1995) Roost Fidelity of Bats: A Review. *Journal of Mammalogy*, 76(2): 481–496.
- Norberg, U. M. L., eta Rayner J. (1987) Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences* 316:335–427.
- O'Donnell, C.F.J. 2009. Population dynamics and survivorship in bats. Chapter 8. In: Kunz T.H., and S. Parsons, eds. 2009. Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Ortega, J. (Ed.). (2016). Sociality in bats. Springer.
- O'Shea, T.J., L.E. Ellison, and T.R. Stanley. 2004. Survival estimation in bats: historical overview, critical appraisal, and suggestions for new approaches. Pages 297–336 in W. L. Thompson, editor. *Sampling rare or elusive species: concepts, designs, and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Rigby, E.L., J. Aegerter, M. Brash, and J.D. Altringham. 2012. Impact of PIT tagging on recapture rates, body condition and reproductive success of wild Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Veterinary Record* 170:101.
- Ružinská, R., D. Lóbbová, and P. Kaňuch. 2022. Demographic characteristics shape patterns of dawn swarming during roost switching in tree-dwelling Daubenton's bat. *Sci Rep* 12, 10014.
- Serra-cobo, j., v. Sanz, and j. P. Martínez-rica. 1998. Migratory movements of *Miniopterus schreibersii* in the north-east of Spain. *Acta Theriologica*, 43: 271–283.
- Smyth, B. and S. Nebel. 2013 Passive Integrated Transponder (PIT) Tags in the Study of Animal Movement. *Nature Education Knowledge* 4(3):3
- Vallejo, N., J. Aihartza, U. Goiti, A. Arrizabalaga, C. Flaquer, X. Puig, M. Aldasoro, U. Baroja eta I. Garin. 2019. The diet of the notch-eared bat (*Myotis earginatus*) across the Iberian Peninsula analysed by amplicon metabarcoding. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 30(1): 59-64.
- van Harten, E., T. Reardon, L. F. Lumsden, N. Meyers, T. A. A. Prowse, J. Weyland, and R. Lawrence. 2019. High detectability with low impact: optimizing large PIT tracking systems for cave-dwelling bats. *Ecology and Evolution* 9:10916–10928.
- van Harten, E., T. Reardon, P. H. Holz, R. Lawrence, T. A. A. Prowse, and L. F. Lumsden. 2020. Recovery of southern bent-winged bats (*Miniopterus orianae bassanii*) after PIT-tagging and the use of surgical adhesive. *Australian Mammalogy* 42:216–219.
- van Harten, E., P.E. Lentini, R. Bender, L.F. Lumsden, C. Visintin, S.R. Griffiths. 2021. Low Rates of PIT-Tag Loss in an Insectivorous Bat Species. *The Journal of Wildlife Management* 85(8): 1739–1743.
- Zahn A. eta Dippel A. (2009) Male roosting habits and mating behaviour of *Myotis myotis*. *Journal of Zoology*, 243 (4), 659-674.

7. Esker onak

Eskerrak eman nahi dizkiet saguzarren markaketetan, baterien aldaketetan eta beste mila lan txikietan lagundu didaten kide guztiei. Era berean, Eusko Jaurlaritza eskertu nahi dut lan hau parte den doktorego tesia aurrera atera ahal izateko diru laguntza emateagatik. Proiektua finantzatzeko erabili dira euskal unibertsitate sistemako ikerketa-taldeen jarduerak bultzatzeko diru-laguntzak: it1571-22.