



ARGAZKIAK ETA IRUDIAK: OSTAIZKA AIZPURUA

Arrantzale bihurtu zen ehiztari hegalararen istorioa

Ez da Grizzly hartz bat bezain indartsua, ez eta arrano arrantzale bat bezain boteretsua edo atun gorri bat bezain azkarra ere. Baina badu saguzar hatz-luzeak (*Myotis capaccinii*) aipatutako animalia horiekin berdintzen duen ezaugarri bat: arrainak jaten ditu. Intsektuz gainera, arrainez ere elikatzen den Europako saguzar bakarra da, guk dakigula. Portaera horren nondik norakoak, ordea, ezezagunak ziren 2010. urtean: Zer arrain jaten ditu? Non? Zenbat? Eta, batez ere, nola? Informazio hori guztia ezagutzea eta arrantza-portaera nola garatu den ulertzea izan da doktore-tesi honen helburua.

ZER, ZENBAT ETA NON ARRANTZATZEN DUTE?

Lehen galdera horiei erantzuteko, lehenagotik arrain-zantzuak topatu zitzaizkion kolonia batean jasotako 3.000 gorotz baino gehiago pasa ziren nire luparen azpitik, ezkatat eta otolitoak

topatzea nuela helburu (1. irudia). Arrainek oreka-sisteman dituzten kaltzio karbonatozko egitura solidoak dira otolitoak, espeziearen bereizgarriak. Milaka gorotz horien artean 97 otolito identifikatu nituen, eta, haien ezaugarri morfologikoak aztertuta, saguzarrek irentsitako arrain

guztiak *Gambusia holbrooki* arrain-espezie exotikoari zegozkiola ondorioztatu. Ur geza eta gazi-gezako eremuetan ur-azalean ibiltzen diren arrain txikiak dira ganbusiak, eta asko ugaritu ziren Europako hegoalde osoan XX. mendearen hasieran, malariari aurre egiteko ekarri zituzte-



1. irudia. (A) Déniako Benimaquia kobazuloan ezarritako gorotz-bilztailea. Hiru urtez, bi astean behin jaso nituen saguzar-gorotzak. (B) Kobazuloaren sarreran ezarritako harpa-tranpan eroritako saguzarrak. Harrapatutako animaliak ordubetik inguruz gorde nituen telazko poltsetan, gorotzak eskuratzeko. (C) Irrati-igorlea bizkarrean ezarritako duen saguzar hatz-luzea.



2. irudia. Déniako La Sella golf-zelaiko urmael artifiziala erabiltzen dute saguzar hatz-luzeek arrantzarako. Uraren ertzean, grabaketarako tresneria ikusten da.

netik. Arrain-ekzatak, aldiz, urte guztian zehar topatu nituen, eta kolonia horretan arrantza-portaerak duen garrantzia uste baino handiagoa dela ondorioztatu.

Hurrengo urratsa arrainak non harrapatzen zizutzen jakitea izan zen, bi helburu nagusirekin: arrantza-jarduera ahalbidetzen duten faktoreak ezagutzera, eta arrantza-jarduera nola gertatzen den aztertzea. Arrantza-lekuak topatzeko, irratitelemetria bidezko jarraipena egin nien arrainak jan zituzten animaliei. Horretarako, 15 saguzar hatz-luze harrapatu nituen goizaldean kobazulora sartzean. Haien gorotzak lekuan bertan lupaz aztertu ostean, arrain-arrasto gehien utzi zituzten saguzarrak irradi-igorlez markatu nituen (1. irudia). Hurrengo gauetan, jarraitutako animaliek ehizaleku bat partekatzen zutela konturatu nintzen: golf-zelai bateko putzu artifizial handi eta sakon bat (2. irudia). Saguzarrak han arrantzatzen ari ote ziren ziurtatzeko, grabaketa-tresneria jarri nuen martxan. Saguzar hatz-luzea egoera naturalean arrantzan grabatu den lehen aldia izan zen hura.

NOLA ARRANTZATZEN DU?

Arrantza-jarduera nola egiten den jakitea izan zen doktore-tesiaren bigarren zatiaeren helburua. Nola da posible hamar gramo eskaseko saguzar batek arrantza egitea? Zer teknika erabiltzen du arrainak harrapatzeko, eta zertan bereizten da intsektuak harrapatzeko teknikatik? Zer kinadama erabiltzen du arrainak detektatzeko? Galdera horiei guztiei erantzuteko, lau esperimentu egin nituen.

Intsektu-ehizatik arrantzara

Arrantzaren eta intsektu-ehizaren teknikak zertan bereizten ziren ezagutzeko, bi ehizaki-mota

eskaini nizkien saguzar hatz-luzeei, euren arrantza-leku naturalean: intsektuak eta arrainak. Ondoren, pazientzia. Berrogeita hamabi gautako lanaren ostean, 135 ehiza- eta arrantza-saiakera grabatzeko aukera izan nuen (3. irudia).

Grabaketok erakutsi zuten, ur-azalean pausatutako intsektuak oinekin edo uropatagioarekin (oinen arteko mintza) arraste labur bat eginez harrapatzen dituzte saguzar hatz-luzeek. Arrantzaren kasuan, ordea, hankak askoz ere gehiago sartzen dituzte, eta arrastea ere luzeagoa da. Aldeak ez dira, ordea, hegazkeran bakarrik nabaritzen, ekokokapen-patroia ere ezberdina baita (4. irudia). Mekanismoa ulertzeko, koka gaitzen une batez frontoi batean, binakako pilotapartida batean. Imajinatu pilotaria saguzarra dela; pilota, soinu-pultsua, eta frontisa, harrapakina. Atzelaria 8. koadroan pilotean ari denean,

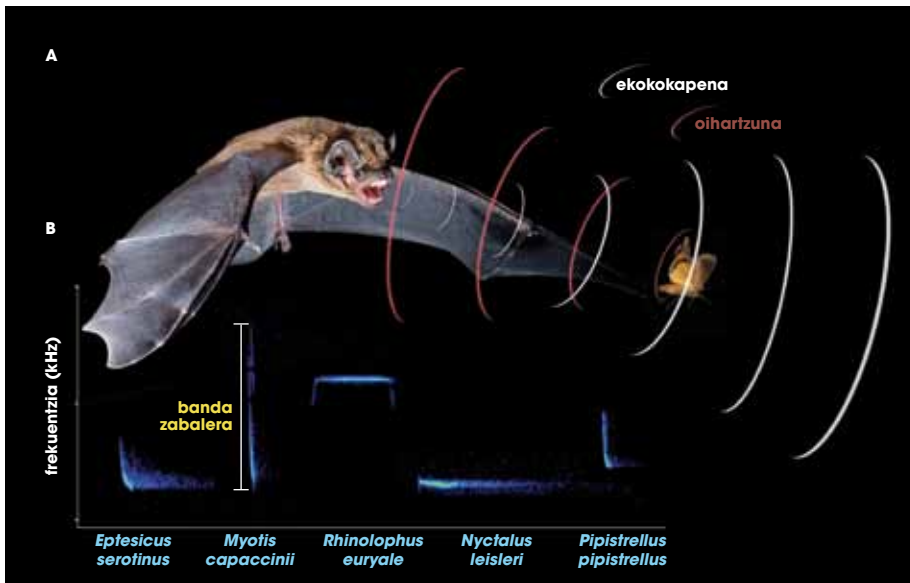


OSTAIZKA AIZPURUA ARRIETA

(Zarautz, 1986). EHU'n biologiaren lizentziatu ostean hasi zen saguzar hatz-luzearen arrantza-portaeraren inguruan sakontzen. Bristoleko eta Kopenhageko Unibertsitateetan egonaldia eginda, EHU'n bertan defendatu zuen Doktoretza tesia (2014) Inazio Garinen eta Joxerra Aihartzaren gidaritzapean. Tesia bukatu zuenetik EHU'n ikertzaile lanetan dabil.

3. irudia. Esperimentuak egiteko erabilitako tresneria: abiadura azkarreko kamera (1.000 fotograma segundoko), argi infragorriak eta ultrasoinuen detektagailua, besteak beste.





4. irudia. Orientatzeko eta ehizatzeo saguzarrek erabiltzen duten mekanismoa da ekokokapena, zeina oihartzunen bitartez inguruneo objektuen kokapena ezagutzen datzan. (A) Gizakiaren entzumen-gaitasunetik at dauden soinu-pultsuak igortzen dituzte saguzarrek, eta haiak pareko objektuen kontra talka egitean sortutako oihartzunak jasotzen. Oihartzunak objektuen ezaugarrien arabera direnez, saguzarrek pareko objektuen distantzia eta ezaugarriak hautemateko gai dira, ilunpean ere. (B) Saguzar-espezie ezberdinek pultsu-mota ezberdinak sortzen dituzte: forma, banda-zabalera, iraupena eta frekuentzia asko aldatzen dira batzuetatik beste batzuetara.

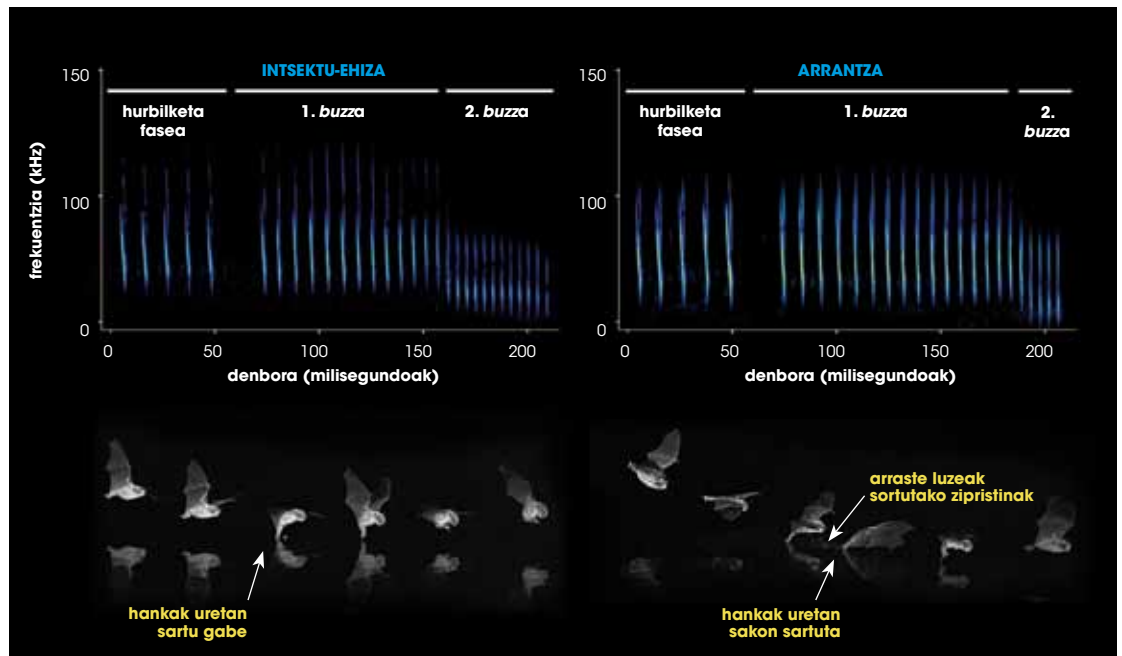
frontisetik urrun, pilotak hainbat segundo behar izaten ditu frontisa jo eta beste pilotariarengana iristeko. Aurrelaria 2. koadroan bizi-bizi ari denean, ordea, pilota azkarrago iristen da arerioarengana frontisa jo ostean, eta jokoak askoz ere azkarragoa izaten da. Gauza bera gertatzen da saguzarren ekokokapenarekin ere. Harrapakina-

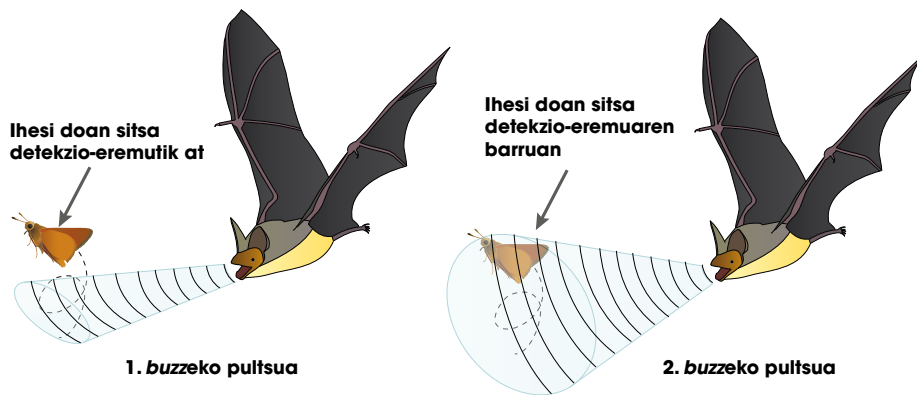
rengana gerturatu ahala, ekokokapen-pultsuak igortzen duenetik haren oihartzuna jasotzen duen arte denbora murriztu egiten da, eta, pultsuak gainezar ez daitezten, ekokokapen-mekanismoa azkartu beharra dago. Harrapaketa baten amaieran, segundoko 10 pultsu igortzetik segundoko 120 pultsu igortzera alda daitezke

saguzarrok. Harrapaketa-fasearen amaieran gertatzen den pultsuen bizkortze horri *buzz* deitzen zaio, eta, saguzar arrantzale horien kasuan, ezaugarri ezberdinak dituzten bi zatitan bereizten da: 1. *buzza* eta 2. *buzza* (5. irudia). Lehengo *buzzaren* kasuan, pultsuek banda-zabalera handiagoa eta frekuentzia altuagoa izaten dute; 2. *buzzaren* kasuan, berriz, banda-zabalera txikiagoa izaten da, eta frekuentzia, baxuagoa. Hori dela eta, ezberdina izaten da saguzarrek pultsu-mota bakoitzetik jasotzen duen informazioa.

Doktore-tesi honek frogatu duenez (lehenbizikoz frogatu ere), saguzarrek euren *buzzaren* bi zatia modulatzeko gaitasuna dute; hots, interesaren arabera zati bat luzatu eta bestea murriztu egiten dute. Intsektuak harrapatzean, antzekoa izaten da bi *buzzen* garrantzia, baina arrainak harrapatzean, 2. *buzza* asko murrizten da, eta, kasu batzuetan, baita desagertu ere. Fenomeno horrek badu bere azalpena. Frekuentzia baxuko pultsuek direkzionalitate txikiagoa dute, eta horrek esparru zabalago bateko informazioa berenganatzeko aukera ematen die saguzarrei (6. irudia). Horrexegatik, saguzarrek 2. *buzza* erabiltzen dute intsektuen azken-orduko ihes-maniobren berri izateko, direkzionalitate handiagoko pultsuek ez bailieketen informaziorik emango intsektuak norako bidea hartu duen jakiteko. Arrainak harrapatzeko orduan, ordea, arraina ur azpian egonik, saguzarrek ez du azken orduko ihes-maniobrarik espero, eta 2. *buzza* murriztu egiten du, informatiboagoa den 1. *buzzaren* alde.

5. irudia. Saguzar hatz-luzeak intsektuak ehizatzean eta arrainak harrapatzean erabiltzen dituen ekokokapen-patroia eta hegazkera ezberdinak dira. Intsektuak ehizatzean igorritako ekokokapen-pultsuen azken faseko bi *buzzen* tamaina antzekoa izaten da (antzeko pultsu-kopurua); erabiltzen den arrastea, berriz, azalekoa eta motza. Arrantzan, 1. *buzza* luzeagoa izaten da, eta 2.a, laburragoa; arrastea, berriz, sakona eta luzea.





6. irudia. Ekokokapenaren direkzionalitatea pultsu-motaren arabera izaten da. Harrapakinetik distantzia jakin batera, 2. buzzeko pultsuek 1. buzzekoek baino soinu-izpi zabalagoa dute, frekuentzia baxuagoak dira eta. Insektuen ihes-maniobra hobeto detektatzeko aukera ematen die horrek saguzarrei.

Arrain-kinada

Intsektuak eta arrainak harrapatzeko era bateko edo besteko teknika erabiltzeak saguzarrak bi ehizakiak bereizteko gai direla adierazten du, eta bereizketa hori nola gertatzen den ulertzea izan zen hurrengo urratsa: harrapakina arrain gisa identifikatzeko kinada zein den ezagutzea, alegia.

Kinada zehatza ezagutzeko lehen pausoa saguzarrek zein estimulu-motari erantzuten dioten ezagutzea izan zen. Horretarako, hiru aukeraren aurrean saguzarrek zuten portaera aztertu nuen. Kinada batean, ur-uhinak sortu nituen, inongo ageriko harrapakinetik gabe. Beste batean, uretan murgilduta geldirik zegoen arrain bat jarri nuen, goi-epaina uretatik kanpo zuela. Azken kinada, berriz, gora eta behera egiten zuen arrain bat izan zen, zeinak, agertu eta desagertzeaz gain, ur-uhinak sortzen zituen. Harrapakina agerian zuten kinadei soilik erantzun zitelako saguzarrek oharatu nintzen, uhinei kasurik egin gabe.

Informazio horren jabe, geldirik zegoen arrainaren eta agertu-desagertu zebilenaren arteko aldeak aztertzeari ekin nion, helburu honekin: morfologian ala desagertze-mugimenduan oinarrituta identifikatzen ote zituzten arrainak jakitea. Erantzun egokia bigarren aukera zela oharatu nintzen, bi kinada-motei emandako erantzuna intsektuei eta arrainei emandakoaren parekoa zela ikusi bainuen; hau da, arrain bat geldi dagoenean, intsektua balitz bezala erasotzen dute, azaleko arraste motzak eginez eta pareko 1. eta 2. buzzak erabiliz. Arraina desagertzen denean, ordea, arraste sakonago eta luzeagoak egiten dituzte, eta buzza 1. motako pultsuetara alboratzen dute, arrainak harrapatzean bezala.

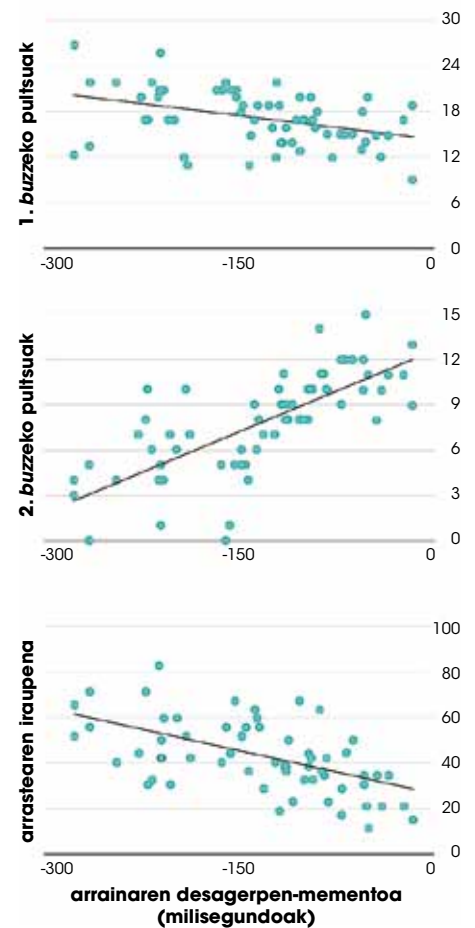
Ehiza-teknikaren modulazioa

Arrainak harrapatzeko saguzarrek erabiltzen duten teknika intsektuak harrapatzeko erabiltzen dutena baino neketsuagoa da, hankak urpean sartzeak eragiten duen marruskadurak energia zinetikoaren galera handia eragiten baitu. Eten-gabe arrainak harrapatzeko ehiza-teknika gisara erabiltzea, beraz, ez da probetxugarria, arrainak ahalegin gehienetan harrapatzen ez badira. Harrapakina desagertzean saguzarrek nola erreakzionatzen duten jakiteko, berriz, azken esperimentu bat prestatu nuen. Saguzarren ehiza-jardueraren hainbat mementotan urperatu nuen arraina, eta saguzarren hegazkera- eta ekokokapen-patroien aldaketa aztertu.

Saguzarren erantzuna ez zen bai/ez motakoa izan, graduala baizik. Hots, arrainaren desagertze-mementoaren eta ehiza-patroiaren aldaketa elkarrekin erlazionatuta zeuden (7. irudia). Arrastearen intentsitatea harrapakinaren kokapenaren ziurgabetasunari doitzen diote saguzarrek, eta ekokokapen-patroia interesatzen zaien informazio-mota jasotzeko moldatzen. Erregulazio-portaera hori arrantza errentagarri egiten duen elementu garrantzitsua izan daiteke, beraz.

Tesi honetan azaleratutako zentzumenen eta hegazkeraren fintasun-mailak iradokitzen duenez, saguzar hatz-luzearen historia ebolutiboan zein espeziearen egungo biziraupenean eragina izan dezakeen faktore garrantzitsua da arrantza.

Ilunpean bizi dira, mesfidantzaz tratatzen ditugu eta nazka ematen digute maiz. Dena den, asko dugu oraindik haiengandik ikasteko, miresteko eta gozatzeko. Saiatu, bestela, ilunpean hegan zoaztela ur azpian arrain bat harrapatzen. Ezetz alerik ere harrapatu!



7. irudia. Arrainaren desagertze-mementoaren arabera, eraso-teknika aldatu egiten dute saguzar hatz-luzeak. Arraina zenbat eta lehenago desagertu, hau da, grafikoko 0 puntutik zenbat eta urrunago egon, saguzarrek 1. buzza luzatu eta 2.a laburtu egiten dute, eta, hartara, arraste luzeagoak egiten dituzte.

BIBLIOGRAFIA

AIHARTZA, J.; GOITI, U.; ALMENAR, D.; GARIN, I.: "Evidences of piscivory by *Myotis cappacini* (Bonaparte, 1837) in Southern Iberian Peninsula". *Acta Chiropterologica* 5(2) (2003): 193-198.

JAKOBSEN, L.; SURLYKKE, A.: "Vespertili onid bats control the width of their biosonar sound beam dynamically during prey pursuit". *PNAS*, 107(31) (2010): 13930-13935.

SCHNITZLER, H.U.; MOSS, C.F.; DENZINGER, A.: "From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats". *TREE* 18(8) (2003): 386-394.

Nire eskerrak Inaziori eta Joxerrari, lan hau aurrera ateratzea posible egiteagatik, eta baita lantalde osoari ere behar izan dudanean hor egoteagatik, bereziki Anitoni. Azkenik, eskerrik beroenak lau urte hauetan tesi honetan parte hartu duzuen pertsona eta erakunde guztiei, asko izan baitzarete! Ikerketa hau Eusko Jaurlaritzak (BFI-2009-252), UPV/EHU (INF09/15) eta Ministeritzak (CGL2009-12393) finantzatu izan da.