



ENEKO BACHILLER OTAMENDI

(Donostia, 1981). Biologian lizentziatua EHU, "Itsas Baliabideak eta Ingurugiroa (MER)" master europarra osatu zuen Southamptoneko Unibertsitatean eta EHU. Masterreko proiektua AZTI-Tecnalia burutu zuen, antxo gazteen ekologia trofikoaren inguruan. Han garatu zuen Doktoretza tesia, Bizkaiko golkoko espezie pelagiko nagusien ekologia trofikoari buruzkoa (2007-2012). 2014ko urtarriletik, Bergeneko Itsas Ikerketa Institutoan (Norvegia) ari da doktoretza-ondoko proiektuan lanean, espezie pelagikoen arteko elkarrekintza trofikoak aztertzen.

Arrainak, otordueta, ekologiaz mintzo dira

Euskal arrantzaleei so egiten diegunean, askori dorkigu burura Bizkaiko golkoan azken hamarkadan antxoez izan duten protagonismoa. Baina, antxoez harago ere, orokorrean itsasoan eskuragarri dagoen arrain-kantitatearen urritzea agerian geratu da, eta horrek eragin zuzena izan du arrantzaleen jardueran. Arrantza-ikerketak argi erakutsi digu, batetik, klima-aldaketaren ondorioz, eta, bestetik, gehiegizko arrantza dela eta, arrantzaren egoera are okerragoa izan daitekeela etorkizunean, itsas ekosistema zaintzen ez badugu. Hala, ekosistemaren funtzionamendua ondo ezagutzeak berebiziko garrantzia du arrantza jasanga-

ria bermatzeko bidean, kontuan izanik horren gainean dugun jakintza hainbat alderditan oraindik ere mugatua dela. Adibidez, gauza jakina da arrain-espezie pelagiko nagusiek zooplanktona dutela elikagai-iturri nagusia, eta klima eta egitura ozeanografikoen ondorioz suerta daitezkeen zooplanktonaren ugartasun- eta konposizio-aldaketek eragin zuzena izan dezaketela arrainen errekrutamenduan. Beraz, esan genezake arrainen elikagaiaren konposizioa eta ugartasuna aldatzen badira, horrek kate trofikoan eragin zuzena duen heinean, ondorio latzak egon daitezkeela arrainen ugartasunean eta hedapenean ere.

Zooplankton-laginketa



Arrain-laginketa



Ikerketa-kanpaina ozeanografikoetan, hainbat metodo erabiltzen dira laginketarako. Zooplanktona hartzeko, Pairovet sareekin laginketa bertikalak egiten dira. Arrainak hartzeko, berriz, Bizkaiko golkoan arrantzarako erabili ohi diren bi teknika nagusiak erabiltzen dira: arraste-arrantza eta inguraketa-sarea (traina).

ENEKO BACHILLER.

Alderdi horretatik, tesi honen helburu nagusia Bizkaiko golkoan dauden espezie pelagiko txiki nagusiek zer eta nola jaten duten aztertzea da. Hala bada, dieta zehazteaz gain, elikatzean arrainen artean suerta daitezkeen lehiakortasun nahiz mugapenak ere aztertu dira, espezie horien populazioaren biziraupenean eta, beraz, erregulazioan ezinbestekotzat jo daitezkeen espazioaren eta denboraren arabera dieta-gainjartzeak eta espeziearteko elkarrekintzak zehaztuz. Bizkaiko golkoan horrelako ikerketa bat egiten den lehen aldia da, eta 800 arrain-urdail inguru ireki, horietan 90.000 harrapakinetik gora banaka identifikatu eta horietako 11.000tik gora neurtu ostean, asko ikasi dugu...

ANTXOA GAZTEEN ELIKADURAREN PARADOXA

Arestian aipatu den bezala, antxoa europarrak ikerketa zientifikoaren interes handiena espezie horren arrantza debekatu den bitartean (2005-2010) jaso badu ere, epealdi horretan Bizkaiko golkoan antxoaren ekologia trofikoak aztertzen duen lehen ikerketa da honako hau. Hala, antxoa gazteek elikadura-portaera berezia dutela ikusi da, haien dietaren ezaugarriak sakon aztertu beharrik gabe, gainera. Izan ere, 2003tik 2010era bitartean, udazkenean, laginetarako hartutako antxoa gazteen urdailaren pisua aztertuz (urdailaren betetze-maila, eremuaren arabera), honako hau ikusi da: plataforma kontinentaletik at nahiz ezpanda kontinentalean, eskuragarri dagoen zooplanktonaren kontzentrazioa txikiagoa izanik, antxoa gazteen urdailak pisu handiagoa dute (pisu hori arrainen pisu osoarekiko neurtuta), plataforma kontinentalean barrukoekin alderatuz gero.

Baina nola izan litezke eremu ezin hobeak aipatutako lehen bi eremuak, elikagai gutxiago izan arren? Batetik, bertako ura hain uherra ez denez errazago harrapa daitekeelako energetikoki interesgarriagoa dirudien zooplankton handia, eta, bestetik, antxoa gazteei harrapakarietatik ihes egiteko aukera handitzen dielako. Gainera, badirudi urdailaren betetze-maila altua (pisu handia) egoera biologiko onaren adierazle izan daitekeela, eta hori lagungarri suerta daiteke antxoa gazteen stockaren neguko biziraupenean (hots, errekrutamentuan), hein handi batean.

Hala ere, urdailen pisuak ematen digun informazioa erabilgarria baina, bestalde, mugatua den heinean, arrainen urdaila ireki eta espezie batetik bestera zer alde hauteman diren ikusteak interes berezia du. Azter ditzagun, beraz, nolakoak diren 2008. eta 2009. urteetako ikerketa-kanpaina ozeanografikoetan (BIOMAN, ECOANCHOA,



Frantziako kostaldeko ibai nagusien emariek Bizkaiko golkoko plataforma kontinentala elikagaiz hornitzen dute, eta fitoplanktona ugaritzen dute; hori zooplanktonaren elikagai nagusia den heinean, zooplankton-kontzentrazioa ere handia izaten da inguru horretan. Zooplanktona jaki nagusizat duten antxoa gazteen urdaila, ordea, beteagoa ageri da mapak ezpanda kontinentala eta eremu ozeanikoa irudikatzen dituen eremuan, plataforma kontinentalean eremuarekin alderatuta. Horrenbestez, plataformatik kanpo zooplankton-kontzentrazioa baxuagoa den arren, badirudi antxoa gazteek probetxua ateratzen dietela bertako ur-uhertasun txikiak eskaintzen dizkien abantailei. ENEKO BACHILLER.

PELACUS, JUVENA), maiatzetik irailera eta egunez nahiz gauez, Bizkaiko golkoko hainbat eremu geografikotan hartutako espezie pelagiko txiki nagusien dietak.

ARRAINEN HARRAPAKINAK: TXIKI ASKO, HANDI GUTXI

Arrainek itsasoan eskuragarri duten edozer, baldin eta ahotik sartzeko modukoa bada, jaten al dute? Bai. Galdera horrek simplea dirudi. Baina zer iradokiko genuke arrain handiek gehienbat harrapakin txikiak jaten dituztela esango bagenu? Izan ere, Bizkaiko golkoko antxoak (*E. encrasicolus*), sardinak (*S. pilchardus*), txitxarro beltz edo atlantiarrak (*T. trachurus*), txitxarro zuri edo mediterranearrak (*T. mediterraneus*), berdel atlantiarrak (*S. scombrus*), makaelak (*S. colias*), ijito-sardinak (*S. sprattus*) eta bogak (*B. boops*) ingurunea partekatzen dute, eta janaria eskuratzeko lehia daitezke elkarrekin. Bestalde, arrain harrapakarien nahiz harrapakinen tamainak, hein batean, haien biologia eta ekologia zehaztu dezakete. Hala bada, ikerketa honen emaitzek erakutsi dutenez, gorputzaren tamainarekiko aho-zabalera handia izateak ez du zertan mugatu harrapakariaren/harrapakinaren

tamaina eta biomasa-erratioaren banaketa. Horren arabera, harrapakariak eskuragarri duten tamaina-tarte osoko harrapakinak harrapatzen dituzte, tamaina txikienak barne, eta, handitu ahala, harrapakin handiagoak gehitzen dituzte beren dietara, harrapa ditzaketan heinean betiere. Hortaz, ikusi da dietaren konposizioan gainjartze-maila handia dagoela, baita neurri ezberdineko arrainen artean ere. Hala, txitxarroak dira harrapakin handietan espezializatuak diruditen baka-

ARRAINEN MENUA EZ DA HAIEN TAMAINAREN ARABERAKOA

Arrain pelagiko txikien dieten arteko ezberdintasunak harrapakinak lortzeko aukerari loturiko elikatze-portaeran hautemandako ezberdintasunei erreparatu ere iker daitezke. Laginketa-puntu bakoitzeko zooplanktona (Paironet sareekin hartutako ur-laginak) eta bertako arrainen urdailaren edukia alderatu dira, eta emaitzek adierazi dute hobi bera partekatzen duten arrainak elikagai-iturri beretik elikatzen direla, eta haien elikadura gehienbat zooplankton txiki osatua dagoela (adibidez, kopepodoak). Hain zuzen, txitxarro eta ber-



Arrain-espezieen arteko ezberdintasun alometrikoak are nabarmenagoak dira ahoa zabalik dutela konparatzen ditugunean. Ahoaren gehieneko zabalera harrapakinare gehieneko tamaina mugatzen duen arren, aho handia izateak ez du esan nahi arraina harrapakin handiz soilik elikatzen denik. Hain zuzen, antxoak harrapakin handiak hartzeko aukera badu ere, batez ere zooplankton txikiz elikatzen da, berdela bezala.

(1) Antxoa, (2) ijito-sardina, (3) sardina, (4) boga, (5) txitxarroa, (6) berdela. Irudiko marra beltzek 1 cm adierazten dute. ENEKO BACHILLER.

del handienek, adibidez, antxoa txikienek jan ohi dituzten harrapakin-espezie berberak jaten dituzte. Arrainei ahalegin handiagoa eskatzen dieten harrapakin handien (adib., eufusiazekoak, dekapodoak eta misidoak) kontsumoari dagokionez, oster, harraparitza hori maizago ikusi da txitxarro beltzaren eta zuriaren kasuetan nahiz berdela atlantiarraren eta makaelaren kasuetan. Hortaz, esan genezake aipatutako bi espezieak gainerakoei (adibidez, antxoa, sardina, boga eta ijito-sardina) gailentzen zaizkiela ematen duela, harrapakin handiak harrapatzeko joera handiagoa erakusten duten heinean, batez ere, gau-partean.

Gainera, antxoa gazteen kasuan ikusi den moduan, emaitzok iradokitzen dute ikusmen-muga penak paper garrantzitsua joka dezakeela harraparitza arraineek duten arrakastari dagokionez. Edonola ere, neurri erlatiboki txikiko organismoek osatzen dutenez nagusiki dieta, irentsitako espezieei dagokienez ere oso antzekoak dira dietok. Hala ere, dietaren konposizioari erreparatu gero, arrain pelagiko txikien artean gainjartze-maila handia hauteman daiteke, zeina aldatu egiten baita harrapakariaren espezie, tamaina, denbora eta eremu geografikoaren arabera. Bestetik, badi-rudi itsasoan eskuragarri dagoen zooplanktonak mugatzen duela irentsitako harrapakinen dibertsitatea, arraineek harrapakinenganako izan dezaketen lehentasunak baino gehiago. Ikertutako zortzi espezieetatik, hiru klupeido-espezieen artean (an-

txoa, sardina eta ijito-sardina) gertatzen da dieta-gainjartze handiena, eta antxoek ijito-sardinekin baino elikatze-jarduera handiagoa dute harrapakin erlatiboki handiagoekiko. Hala ere, dieta-gain-

jartzeak ez du zertan elikadura-lehia inplikatu, ez behintzat elikadura soberan dagoen bitartean, bereziki zooplankton txikiez ari bagara (adibidez, kopepodoak).

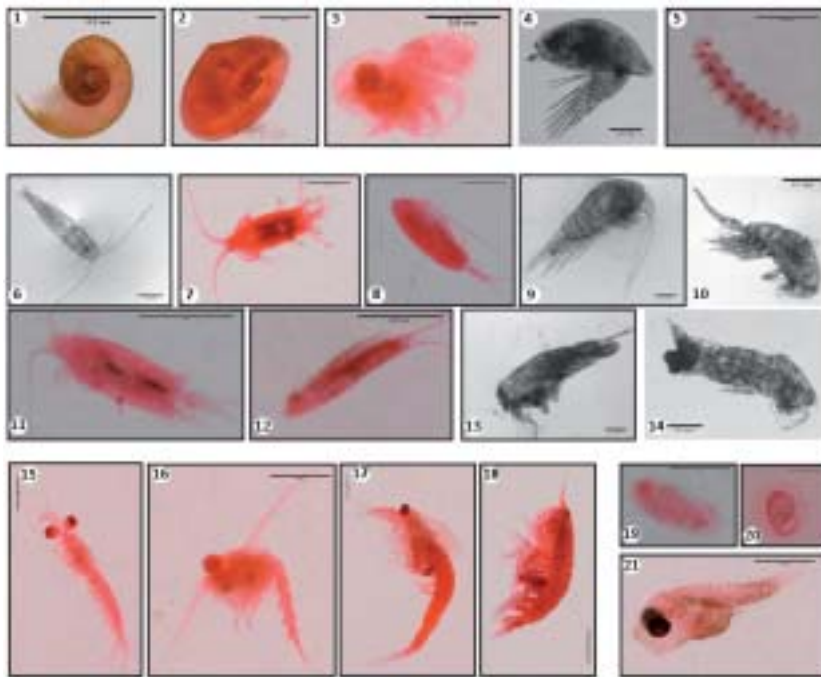
KATE TROFIKOAREN ERAGIN EKOLOGIKOA ANTZOETAN

Orain arte azaldutakoak agian zalantzan jar leza-ke ikerketa honek arrantzaren kudeaketarako izan lezakeen baliagarritasuna, arrainek jaten dutena ezagutzeak, besterik gabe, ez baitirudi balio dezakeenik arrainen populazioaren iraunkortasuna bermatzeko. Baina, bestalde, harrapakariaren arteko eta, bereziki, harrapakari-harrapakinen arteko elkarrekintzak arrantza-ikerketaren eztabai-dagai nagusi dira gaur egun; izan ere, arrain-populazioen dinamika ezagutzeak etorkizuneko arrantzaren eraginkortasuna eta jasangarritasuna berma dezake. Zergatik ote? Ikus dezagun.

Zooplanktona, arrainen arrautzak eta arrain pelagikoen larba goiztiarrak planktonikoak dira, eta, horren ondorioz, baita harrapakin potentzialak ere haien gurasoekin elikagaia eskuratzeko lehiatzen diren arrain-espezie planktiboentzat (horri "lehiakideen arteko harraparitza" deritzogu). Kanibalismoa nahiz lehiakideen arteko harraparitza lehiak dauden espezieen arteko erregulazio mekanismotzat jo izan dituzte aurretiko ikerketek. Hori kontuan hartuz, espezie pelagiko txiki nagu-



Arrainen urdaila ireki eta barneko harrapakinak kontatu eta identifikatzeko, batez ere elementu hauek behar dira: mikroskopioa, matxardak, bisturia, taxonomia-gidaliburuak eta, denetan garrantzitsuen, pazientzia. Izan ere, urdail bakar batean milaka harrapakin aurkitu diren kasuak ere aztertu dira. ENEKO BACHILLER.



1. Gastropodoa

2. Bibalboa

3. Kladozeroa

4. Zirrripedoa

5. Poliketoa

Kopepodoak

15. Eufausiaseoa

16. Dekapodoa

17. Misidoa

18. Anfipodoa

19. Antxo-arrautza

20. Sardina-arrautza

21. Arrain-larba

6. *Acartia* sp.7. *Candacia* sp.8. *Calanus* sp.9. *Temora* sp.10. *Oncaea* sp.11. *Centropages* sp.12. *Microsetella* sp.13. *Corycaeus* sp.14. *Euterpina* sp.

Espezie pelagiko txikien urdaileko edukia aztertzean, ikusi da haien elikadura gehienbat krustazeoek osatzen dutela. Horien artean, kopepodoak (6-14) dira nagusi, zeinak ahoa irekita mantenduz ura iragaziz jaten baitituzte, baina, batzuetan, aktiboki ehizatzen dituzten harrapakin handiagoak ere aurkitu daitezke, esate baterako, eufausiaseoak (15), dekapodoak (16) edota misidoak (17). Horiez gain, badira sarri aurkitu daitezkeen bestelako harrapakin batzuk ere, hala nola poliketook (5), arrain-arrautzak (19, 20) edota arrain-larbak (21). ENEKO BACHILLER.

sien harrapartzak (antxoaren harrapartza barnean dela; hori kanibalismotzat har dezakegu) antxoaren estadio goiztiarretan, hots, antxoaren arrautza eta larbetan, eragiten duen hilkortasun-tasa potentziala zenbatetsi da. Ikerketa horretarako laginketa antxoaren errute-garaietan egin zenez, harrapakarien urdailean ez zen apenas larbarik aurkitu. Arrain-espezie ezberdinek irentsitako antxo-arrautza kopuruari erreparatu, ordea, emaitzek adierazten dute klupeidoen eta, bereziki, sardinaren harrapartzak eragin handia izan dezakeela antxo-arrautzen biziraupenean: sardinak eta berdelak eragindako inpaktua txitxarro beltzak, txitxarro zuriak, bogak, ijito-sardinak edota antxoak eragin dezakeena baino handiagoa da.

Hala bada, 2008ko emaitzek iradoki zuten, adibidez, antxo-arrautzen % 33 inguru sardinaren harrapartzaren ondorioz galdu zela, eta balio hori % 37koa zela, arestian aipatutako espezie pelagiko txiki guztien harrapartza kontuan hartuz gero. Halaber, ikusi zen balio horiek urtetik urtera asko alda daitezkeela. Izan ere, kanibalismoaren nahiz lehiakideen arteko harrapartzaren maiztasuna aldatu egin daiteke harrapakarien eta harrapakinaren espezieen ugaritasun erlatiboaren, haien kontzentrazioaren eta habitataren gainjartze-azaleraren arabera. Beraz, esan genezake antxo-arrautzen

harrapartza kontuan hartu beharko luketela antxoaren errekrutamentua aztertzeke eta stockari buruzko aholkularitza emateko egiten diren ikerketek, orain jakin baitakigu espezie pelagikoen elikadurak eragin zuzena duela antxoaren fase goiztiarreko hilkortasunean eta, beraz, biziraupenean.

BIBLIOGRAFIA

- AKSNES, D.L.; UTNE, A.C.W. (1997). A Revised Model Of Visual Range In Fish. *Sarsia*, 82(2): 137-147.
- ALBAINA, A., IRIGOIEN, X. (2004). Relationships between frontal structures and zooplankton communities along a cross-shelf transect in the Bay of Biscay (1995 to 2003). *Marine Ecology Progress Series*, 284: 65-75.
- BARNES, C., MAXWELL, D., REUMAN, D.C., JENNINGS, S. (2010). Global patterns in predator-prey size relationships reveal size dependency of trophic transfer efficiency. *Ecology*, 91: 222-232.
- HYSLOP, E.J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IRIGOIEN, X., DE ROOS, A. (2011). The role of intraguild predation in the population dynamics of small pelagic fish. *Marine Biology*, 158(8): 1683-1690.
- IRIGOIEN, X., FERNANDES, J.A., GROSJEAN, P., DENIS, K., ALBAINA, A., SANTOS, M. (2009). Spring zooplankton distribution in the Bay of Biscay from 1998 to 2006 in relation with anchovy recruitment. *Journal of Plankton Research*, 31(1): 1-17.

IRIGOIEN, X., FIKSEN, Ø., COTANO, U., URIARTE, A., ALVAREZ, P., ARRIZABALAGA, H., BOYRA, G., SANTOS, M., SARGAMINAGA, Y., OTHEGUY, P., ETXEBESTE, E., ZARAUZ, L., ARTEIXE, I., MOTOS, L. (2007). Could Biscay Bay Anchovy recruit through a spatial loophole? *Progress in Oceanography*, 74: 132-148.

PAJARO, M., CURELOVICH, J., MACCHI, G.J. (2007). Egg cannibalism in the northern population of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeidae). *Fisheries Research*, 83(2-3): 253-262.

RAAB, K., NAGELKERKE, L.A.J., BOERÉE, C., RIJNSDORP, A.D., TEMMING, A., DICKEY-COLLAS, M. (2012). Dietary overlap between the potential competitors herring, sprat and anchovy in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 470: 101-111.

SCHARF, F.S., JUANES, F., ROUNTREE, R.A. (2000). Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series*, 208: 229-248.

VALDÉS SZEINFELD, E. (1991). Cannibalism and intra-guild predation in clupeoids. *Marine Ecology Progress Series*, 79(1): 17-26.

VAN DER LINGEN, C.D., BERTRAND, A., BODE, A., BRODEUR, R., CUBILLOS, L.A., ESPINOZA, P., FRIEDLAND, K., GARRIDO, S., IRIGOIEN, X., MILLER, T., MÖLLMANN, C., RODRIGUEZ-SANCHEZ, R., TANAKA, H., TEMMING, A. (2009). Trophic dynamics. In: D. Checkley, J. Alheit, Y. Oozeki, and C. Roy (Eds.) *Climate change and small pelagic fish*, pp.112-157. Cambridge University Press, Cambridge, Erresuma Batua.