

IMR-K BERGEN-EN DITUEN AKUIKULTURARAKO INSTALAZIOAK. BAKAILAOREN ESPERIMENTUAN ERABILI ZIREN KANPOKO TANKE NAGUSIAK.

# Bakailaoa arrain ugalkortasunaren aldakortasunean eragiten duten faktoreak identifikatzea garrantzitsua da. Bakailaoak, eta beste zenbait espezie, gatibutzapeko esperimentu kontrolatuen bidez faktore horiek ugalkortasunean duten eragina aztertzea baimentzen dute.

**Populazioen eta ale jaio berrien edo errekluten arteko erlazioaren estimarako, ugalkortasunaren aldakortasunean eragiten duten faktoreak identifikatzea garrantzitsua da. Bakailaoak, eta beste zenbait espezie, gatibutzapeko esperimentu kontrolatuen bidez faktore horiek ugalkortasunean duten eragina aztertzea baimentzen dute.**

TESTUA: **MARIA KORTA, HILARIO MURUA ETA IÑAKI QUINCOCES (AZTI TECNALIA)**

**A**rrain populazioen dinamika modu ego-kian aztertze faktore biotiko eta abiotiko ugarien datuak beharrezko dira. Halaber, aldagai askoren interakzioak zaildu egiten du ugalkortasuna eta erreklutatze arrakastuak baldintzatzen dituzten “faktore-giltza” zein diren atzematea. Aipatu faktore horietako batek, tenperaturak hain zuzen, bakailoaren (*Gadus morhua*) ugalkortasunaren dinamika konplexuak ulertzera iristeko helburuarekin eta aipatu berreskupe-

bat garatu da RASER proiektu europearraren babesean. Esperimentuaren emaitzak, tenperaturak ugalkortasunaren gain duen eraginari buruzko hipotesi teoriko desberdinak ebaluatzea baimentzen du, legatza (*Merluccius merluccius*) espeziearen ugalkortasunaren lagungarri eta konparagarri izan daitekena. Hori dela eta, artikulu honen lehen egile eta AZTI Tecnalia-ko ikerketa-bekaduna, Bergen-era (Norvegia) bidaiatu zuen IMR-ak, Norvegiako Itsas Ikerketako Institutua, bertan dituen instalazioetan esperimentuaren bilakaeran parte hartzera.

**RASER proiektua**  
RASER (reproduction and stock evaluation for recovery) ugalketa eta stock-aren ebaluazio oinarriturik, legatza eta bakailoa populazioen berreskupa helburu nagusia duen ikerketa proiektua da. RASER, Europako Batasunaren bostgarren Zientzia programamarkoaren “Biziaren kalitate eta baliabide bizidunen kudeaketa” programak babesten du eta 4 ikerketa zentzuren elkarlanak darabiz proiektuaren egitekoa; hala nola, IIM-CSIC (Itsas Ikerketarako Institutua, Vigo), IMR (Itsas Ikerketarako Institutua,

Bergen - Norvegia), CEFAS (Ingurugiro, Arrantza eta Akuikultura Zentzien Institutua, Lowestoft-Inglaterra) eta AZTI Tecnalia (Arrantza eta Elikagaien Institutua Teknologikoa).

Orokorrean, proiektuak, bakailoaren eta legatzaren ugalketa ahalmena neurtu nahi du espeziearen banaketa osoan zehar. Ugalkortasuna balioesteko ohiko metodoak hobetu eta berriak ere garatu eta aplikatzeko asmoa du; hain zuzen, arrain populazio hauen dinamika konplexuak ulertzera iristeko helburuarekin eta aipatu berreskupe-

rapen egitasmoentzako datu hobeak lortzeko jomugakin.

Arrantzen kudeaketan oinarrizko erlazioa populazioaren ugaltza eta populazioaren ugaltza ahalmena eta populazioaren ugaltza ale kopurua deskribatzen duena da. Oro har, ugaltza-ahalmena errutzaileen biomasa estimatuz neurtzen da eta hau, populazioaren ale helduen pisu osoa bezala definituta, urte batean bizirauten duten indibiduekin erlazionatzen da. Erlazio honen bidez, beste gauza askoren artean, populazioaren ekoizpena eta, baita, populazioaren arrantza edota hilkortasun naturalaren bidez izan ditzakeen gehieneko galarak aurreikusi daitezke. Baita populazioaren ugaltza jasangarri bati aurrera egiteko ugaltza-biomasa zein mailatan mantendu behar den ere zehaztu daiteke. Beraz, populazioaren kudeaketan ugaltza-biomasa-erregulatu erlazioak duen garrantzia berehala atzeman daiteke.

Alta, erlazio honek ugaltza-biomasa eta honek sortutako erregulatu aleak zuzenki proportzionalak direla aurreikusten du; hau da, ugaltza-biomasa berdina beti arrautza kopuru bera jarriko duela eta arrautza horien biziraupena berdina izango

dela aurreikusten du. Ostera, neurketa honek ernaldutako arrautzen biziraupenaren zoriak gurasoen adin, egoera eta tamainarekin zerikusirik ez duela adierazten du; eta adierazpen honen fidagarritasuna zalantzan jarri izan da berriki.

Populazio batean, tamaina desberdineko indibiduoek ugaltza-erregulatu desberdinak dituzte, eta ondorioz, ez dute era berean populazioaren ugaltza-ahalmenean parte hartzen. Arrautza dela eta, arrain nagusiagoen desagerpenak dakarren ugaltza-ahalmenaren galera, ezin dute arrain txikiagoek konpentsatu. Eta populazioaren desoreka biologikoa dakar.

Hortaz, oso garrantzitsua da ugaltza-ahalmena aztertzerakoan, bakailoa eta legatza populazioen demografian erreparatzea, ugaltza-ahalmenean diren parte-hartze desberdinak kontutan hartzea, baldin helburua populazio horien kudeaketa fidagarriago bat bada.

### **Pasaia: bakailoari buruz solasean.**

RASER-en parte hartzen duten 4 erakundeek, beren zentruetatik bertatik bul-

tzatzen dute proiektua, bakaitzari egokitu zaion lan zatia jorratuz. Baina guztiek, helburu nagusiago baten parte diren heinean, egindako lanak eta aurrerapenak elkar komunikatu eta bateratu behar dute urtean behin egiten den bilera batean.

2003 urteko urrian, 4 institutuko ordezkariak 5 egunez bildu ziren AZTI Tecnalia-k Pasaian duen egoitzan. Zentru bakaitzak urte batean buruturiko lanak aurkeztu eta eztabaiatu ziren. Eta hurrengo urte batean garatu beharreko ekintzak ere antolatu ziren; horien artean, gaitzuzapeko bakailoekin diseinaturiko saioa.

Akuikulturak, bakailoaren biologian, eta oro har, RASER proiektuaren nahiak kontutan hartuz, ugaltza-ahalmenaren ezagutzan bereziki aurrera egiteko aukera paregabea eskeintzen du; batik bat, legatzari aplikatu ahal izateko informazio baliagarria biltzea baimenduko baitu. Legatza espezieak ez bezala, bakailoa gaitzuzan hazi daiteke; are gehiago, errutzea lortzen du eta arrautzak ernalduak izan daitezke. Beste hitzetan esanda, bakailoaren bizi-

zikloa gaitzuzan itxi da. Legatza, ordea, ez da horrelakorik lortu eta gaitzuzan mantentzea soilik egun esfortzu handiko lana eskatzen du.

Bakailo espezieak eskeini abantaila honetaz baliatuz, errute sasoiak irauten duen garaian bakailoaren ugaltza-ahalmena neurtzeko esperimentera diseinatu zen. Bakailoak, legatzak bezala, arrautza guztiak batera jarri beharrean txanda ezberdinetan jartzen ditu errute garaian. Ondorioz, arrautza-ekoizpena edo ugaltza-ahalmena errute kopuru eta ugaltza-ahalmen partzialaren mende dago. Ugaltza-ahalmena, ordea, aurreko bi aldagai horiez gain lehen heldutze sexuarekin batera eta arrautzen tamainak baldintzatzen dago. Parametro biologiko hauek zehazteko helburuarekin, esperimentera, tenperatura baldintza jakinetan bi ekintza konkretutan banatu zen: bat, bakailoaren errute frekuentzia neurtzea, eta bestea, arrautza-ekoizpen maximoa noiz gertatzen zen zehaztea alegia.

Gainera, beste ariketa bat aurrera eramatea proposatu zen, esperimentera bal-



BIOPSIA BATEN ERAUZKETA. ARRAIA ANESTISIATUEI, ORRATZA KLOAKATIK SARTEZN ZAIE ETA HONEN BIDEZ ERNAL ZALUAK ERAUXTEN ZAISKIE. GERO, LAGINAK FORMOLETAN GORDETZEN DIRA. ARGAZKIA: AZTI

# Proiektuak, bakailaoaren eta legatzaren ugalketa ahalmena neurtu nahi du espeziearen banaketa osoan zehar. Ugalkortasuna balioesteko ohiko metodoak hobetu eta berriak ere garatu eta aplikatzeko asmoa du.

dintza horietan erruteen arteko obulazio ondorengo folikuluen birxurgapena ikertzea. Hauen endekapen moduak errutze dinamikaz informazio baliagarria ematen du.

Hortaz, lehen ekintzarako, itsasoko urez betetako 2 tanke prestatu ziren bertan akuikulturaz hazitako indibiduo arrak eta emeak proportzio berean sartuz otsailaren hasiera aldera (1. Irudia); tenperaturak ugalkortasunean duen eragina aztertu ahal izateko, bata 8°C-tara eta bestea 5°C-tara. Bietan, 2 hilabetez egunero-egunero errututako arraultzak jaso ziren, ur-azaleko kolektoreetan eta gainera, ale emeei biopsiak egin zitzaizkien ere.

Bigarren helburua loritzeko, ordea, tenperatura desberdinetako 10 tanke txikiagotan eme eta ar bikote bat jarri ziren. Hauetan ere, kolektore eta sare baten bidez egunero-egunero errututako arraultzak jaso ziren.

Aipatu hirugarren ekin-tzan lan egin ahal izateko aurreko tanketatako biopsiak erabili dira. Haiekin histologia prozesua eta folikulu egituren 3 dimentsiotako eraiketak burutu dira, egitura hauen birxurgapenean tenperaturak duen eragina aztertzeke. Lan hau bereziki AZTI Tecnaliak bideratuko du. Izan ere, hori aurrera eramateko tresna egokiak garaturik ditu eta dagoeneko, legatzaren folikuluen 3D eraiketak eginak ditu ere.

Otsailetik apirilera bitarteko denbora epean, 4 institutuko kideak txandatuz joan ziren neurketak egin, laginak jaso eta esperimetua aurrera eramateko. IMR-ek, Bergen-en duen

egoitzan, instalazio aproposak eskeintzen zituztenez, beste zentrutako proiektuki-deak bertara hurbildu ziren.

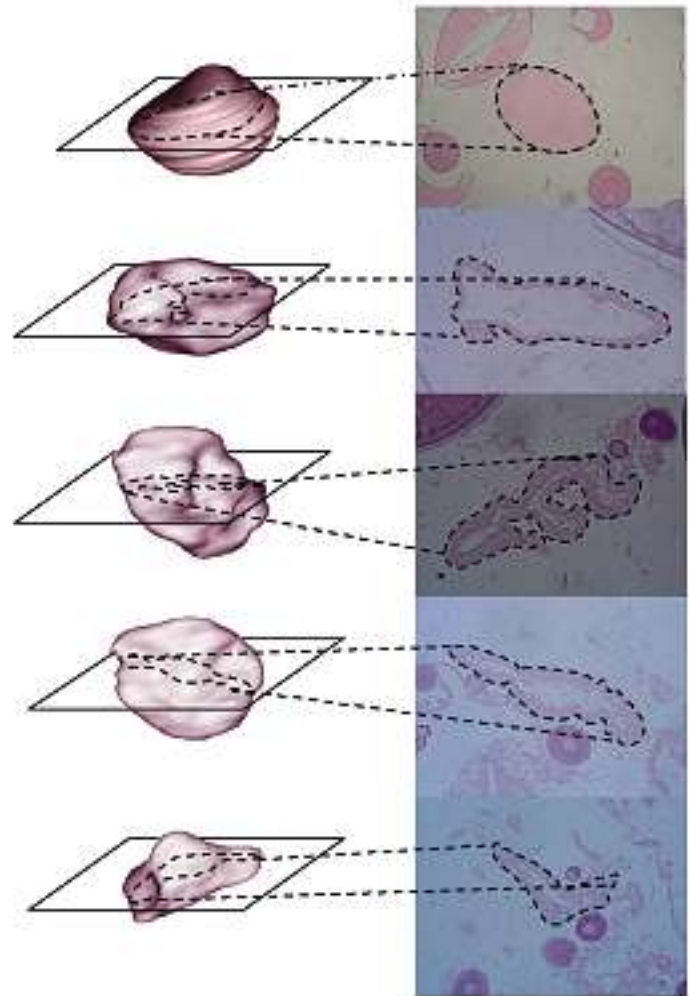
## Bergen: esperimenteren garapena.

Oinezkoentzako Strandgaten kalearen bukaeran aurkitzen da Havforskingsinstituttet, IMR-ren egoitza; Bryggen, UNESCO-k giza-ondasun izendatutako moilaren bestealdean. Leihoz beteriko etxaurrea duen eraikinak ia 600 langile biltzen ditu; guztiek ere, itsas baliabide, itsas ingurumena eta akuikultura-n ikerketak burutzen.

Bertara, AZTI Tecnalia heldu zen esperimenteren jarraipenean egokituko bi asteetan egunero-egunero tankeen laginketa burutzera. Goizean goiz, tanke nagusi eta txikiagoen kolektoretan harrapatutako arraultzak biltzen ziren, eta izotzetan gordetzen ziren aztertuak izan arte. Jarraian biopsiak egiten ziren.

Biopsiak egiteko, aurretik tankea hustu behar zen analisatuak izango ziren indibiduoak errezago arrantzatu ahal izateko. Zalabardo handiez harrapatutako bakailaoak, benzokaina sustantzia disolbatutako beste bigarren tanke batera pasatzen ziren. Oxigenazio egokiaz, arrainak bertan anesthesiatutako gelditzen ziren eta biopsiak burutzea samurragoa zen.

Arrain bakoitzak txip bat zuen dermiaren azpian. Honek, arraia kode batekin identifikatzen zuen. Harrapatutako indibiduoak, eme edo arra zen identifikatzeko sabelaldea pixkat bat estutzen zitzaizen eta



ESKUBIAN, OBOZITO HIDRATUTATU ETA OBULAZIO ONDORENGO FOLIKULU MOTA BAKOITZAREN SEKZIOEN IRUDI HISTOLOGIKOA. EZKERREAN, SEKZIOEN BILDUMEKIN ERAIKITZEN DIREN 3 DIMENTSIOTAKO IRUDIAK. IRUDI: AZTI

erraz ikus zitezkeen desberdintasuna. Arrain emeak identifikatua izan ondoren, biopsia orratzaz baliaturik ernal-zelulak erauzten zitzaizkien 10 ml-tako bolumena arte. Bolumen hau, formolaz beteriko 3 tubotxotan banatzen zen ondorengo azterketa histologikoekin emaitzak konparatu ahal izateko.

Bildutako arrautzekin laborategian neurketak egiten ziren lupa baten laguntzaz, tanke nagusi eta txiki bakoitzean jasotako arraultza guztien bolumenak kalkulatzeko sabelaldea pixkat bat estutzen zitzaizen eta

arraultzen garapenean fase desberdinak idazten ziren.

Arraultzen tamaina edo diametroa neurtzen zen ere, arrain fase goiztiarretan biziraupenaren faktore garrantzitsua izan baitaiteke. Arrautzaren tamaina arraultzek gurasoengandik jasotako bitelo kantitateak mugatzen du eta bitelo kantitateak ugaltzearen arrainak egiten duen energia banaketan zehazten da. Hortaz, ugaltzearen arrainaren energiaren banaketa, bolumena eta bitelo kantitatearekin loturirik baduela esan daiteke. Hemen ugalkortasunean eragina duen beste

faktore bat azaltzen da zeharka; gurasoena alegia. Baina hau beste azterketa baterako utziko dugu.

Arraultzen flotagarritasuna neurtu beharreko parametroa zen. Arraultza biziek flotagarritasun handia dute, eta ur gaineko geruza batean paratzen dira. Arraultza hilek ere beste geruza bat sorten dute ontziaren sakonengan. Bi geruza hauen lodierak ere neurtzen ziren. Banaketa honetaz baliaturik, ernalduen ml kopuruak kalkulatu ziren, modu honetara ernalkortasun portzentaia estimatu ahal izateko. Analisi guzti hauek egunerogunero egin ziren esperimenduak irau zuten hiru hilabetetan zehar. Guztiak ere beharrezkoak bakailoaren ugaltziko hobeto ulertzeko eta, artikulua hasieran azaldu bezala, espeziaren populazio dinamika ezagutzeko.

### Esperimentuak hornitu informazioa

3 hilabetez lortutako datuak AZTI Tecnalia-ko datu basean gorde dira. IMR-ko kideek, lortutako datu hauek erabiliaz analisi egokiak garatu beharko dituzte eta hurrengo bileran beste zentrutako kideoi aurkeztu. Bakailoaren ugalkortasunean tenperaturak eragiten duen moduz behin behineko emaitzetatik, bakailoak errute-garaian 20 aldiz, bi egunetik behineko frekuentziaz erruten dutela ondorioztatzen da. Halaber, tenperatura zenbat eta altuago orduan eta errute frekuentzia txikiagoaz gertatzen dira erruteak; edo beste era batera esanda, egun gutxiagoren tartean.

Bestalde, AZTI Tecnaliak, egitura folikularren endekapenari dagokionez ondorio inte-

resgarriak lortu ditu aurretik legatzarekin egin zen saio batean oinarrituz. Bergen-en egun desberdinetan bildutako biopsia laginen prozesu histologikoa burutu da. Ebaketa seriatuak egin dira eta guztietan, egitura folikularren ondoz-ondoko siluetei argazkiak atera zaizkie ondoren ordenagailu programa baten bitartez haien 3 dimentsiotako irudiak eraikitzeke. Programak berak, eraikitako irudien bolumenak kalkulatu ditu zuzenean. Datu honek, ordurarte kualitatiboki ondorioztatzen ziren ezaugarri histomorfologikoak zenbakitan azaltzen ditu.

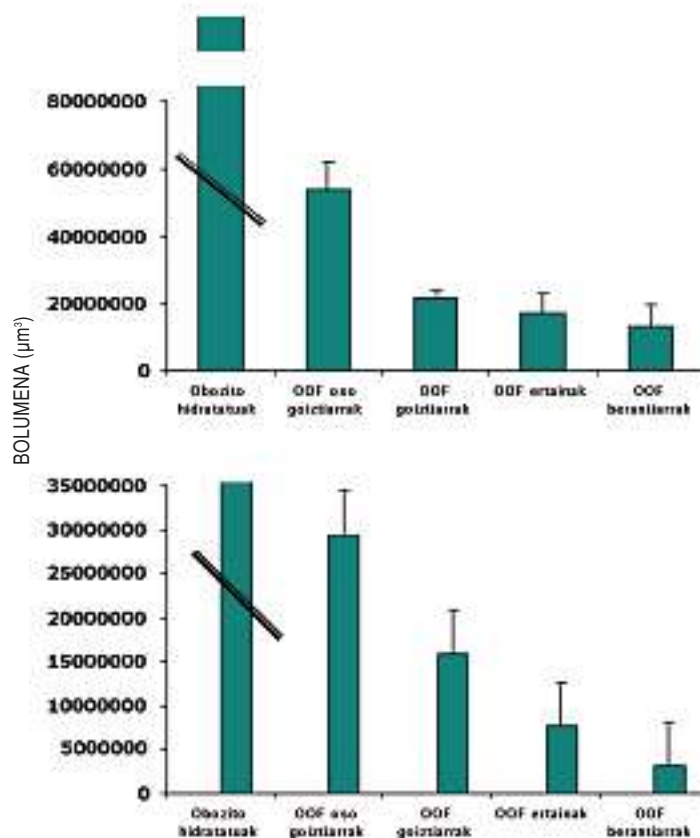
Obariotako obulazio ondorengoko folikulen 3D-ak eskuratu dira, eta hau, bai etorkizuneko lana zein aurretik egindako lanaren baliozkotzearen aldetik aurrera pausoa da, izan ere, datuak modu objetiboago batez lortzen dira. Folikuluek birxurgapen prozesuan zein eraldaketa morfologiko jasaten dituzten ondoriozta daiteke, ezaugarri histomorfologiko eta 3D irudiek ematen duten informazioarekin: bi espeziatarako, folikuluak obario errutu berritan oso azkar birxurgatzen direla esaten dute emaitzek, eta astiroago egiten dutela zahartzen joaten diren heinean. Honek obarioetan errute-artekeko energien banaketaz zenbait pista ematen du eta itsasoan lortutako azarezko laginen bitartez errute frekuentzia, hau da, errute partzialak zenbatero kausitzen diren zehazten lagun dezake.

**Jorratu beharreko bidea** Akuikulturako esperimendua eta folikuluen 3D eraiketen saiakuntzetatik informazio baliotsua erauzten da espe-

zieren ugaltzaren aldagai ezinbetekoa den errute frekuentziaren kalkulura hurbiltzeko. Izan ere, arrainen stock-ak, bereziki merkaritzan garrantzirik dutenak, errekurtsio berriztagarriak diren heinean, beren ugalkortasun tasa ezagutzea beharrezkoa da. Hala ere, artikulua honen hasieran aipatu bezala, itsas-baliabide hauek berriztagarriak izan daitezten populazio minimo bat beharrezkoa da, hain zuzen, ugaltzaren minimo bat zein populazioa leheneratuko duen erreklutamendua baimenduko duen. Hortaz, itsas-baliabideen erabilera etengabe haien azterketa egitea behartzen du; populazio batek duen tamaina, zein

bertan ematen diren energia fluxuak (erreklutamendu, hilkortasun tasa, arrantza, habitatatzen eraldaketa, e.a.) jakitea, beren funtzio biologikoak eta haietan eragiten dituzten faktoreak behin eta berriz ikertzea bultzatzen dute. Batez ere, muga biologikoez gain ustiatutako arrain espezieen berreskura-pena nahi bada, RASER-ek helburu duena, eta bestetik faktore biologikoak zein ekonomikoak kontutan hartzen dituen arrantza jasagarri bat bideratu nahi bada. Argi dago, beraz, itsas-baliabideen kudeaketa erronka handia dela eta tresna eta baliabide guztiak erabili behar direla berau bide onetik zuzendu ahal izateko.

EGITURA MOTA BAKOITZEKO BATAZBESTEKO BOLUMENAK



GRAFIKEK, BAI BAKAILAO ETA BAITA LEGATZAREN KASURAKO ERE, FOLIKULUEN BIRXURGAPENA, PROZESUAREN HASIERAN AZKARRAGO DELA ADIERAZTEN DUTE. EGITURA HAUEN AZTERKETA Kuantitatiboak, Errutearen Ondoren eta Fase oso Goiztiararen Aurretik, Bolumena Izugarri Jeisten dela Erakusten du. OSTERA, BIRXURGAPENA ASTIROAGO EMATEN DA BESTE FASEAK Aurrera Doazen Heinean. Tamainak Gradualki Txikitzen Baitoaz Aztertzeke.