



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

III. IKERGAZTE NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2019ko maiatzaren 27, 28 eta 29
Baiona, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

**Bizkaiko Golkoko antxoaren
energia-baliabideak:
populazioaren dinamikan eragiten
duten prozesu nagusietan dituzten
ondorioak**

*Estibalitz Txurruka, Unai Cotano
eta Fernando Villate*

66-73 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.iii.05.09>



Bizkaiko Golkoko antxoaren energia-baliabideak: populazioaren dinamikan eragiten duten prozesu nagusietan dituzten ondorioak

Txurruka, Estibalitz¹; Cotano, Unai² eta Villate, Fernando¹

¹Landareen Biologia eta Ekologia Saila, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, ²AZTI-Teknalia, Pasaia

estibalitz.txurruka@ehu.eus

Laburpena

Antxoa gure ekonomian garrantzia handia duen espeziea da. Bere populazioaren dinamikan eragin zuzena duten faktoreak kontutan ez hartzeagatik eta gehiegizko arrantzaren ondorioz, bere arrantza debekatu behar izan zen 2005-2010 urte bitartean. Populazioaren gainbehera hori berriz gertatu ez dadin, garrantzitsua da urtean zehar populazioak jasaten dituen aldaketak behatzea. Hipotesia aldaketa horietan antxoek erreserba moduan dituzten baliabide energetikoei eragina izango dutela da, batik bat, ugalketa garaian eta neguan. Erreserba horietan eragiten duten faktoreak, hala nola adina, sexua, urteko sasoi, latitudea eta kostaldearekiko distantzia, aztertu dira. Lortutako emaitzak, arrantzatuta daitekeen antxoaren stocka estimatzeko baliagarriak izan daitezke.

Hitz gakoak: antxoa, arrantza, *Engraulis encrasicolus*, erreserba energia, sexua, adina

Abstract

Anchovy fisheries are a relevant source of income for the Basque Country economy. Due to their mishandling and overexploitation, not taking into account the main drivers of their population dynamics, these fisheries came to a closure between the years 2005 and 2010. A way not to repeat that situation is to assess and improve our knowledge on the changes this species populations undergo during their annual cycle, for which their energy reserves are a determining factor, especially in reproductive and overwintering phases. The main objective of this work was to analyze those factors known to affect anchovies' energy reserves, focusing on age, sex, season of the year, latitude and the distance to the coast. Our results aimed to be a helpful tool to try to estimate anchovy stocks.

Keywords: anchovy, fisheries, Engraulis encrasicolus, energy reserves, sex, age

1. Sarrera eta motibazioa

Gaur egungo arrantza-sektorean nagusiki 2 faktore hartzen dira kontutan: errentagarritasuna eta jasangarritasuna. Errentagarritasunak balio ekonomiko altuko ustiatutako espezieei (atuna, antxoa...) egiten dio erreferentzia. Prezioen (gastuak eta irabaziak bere barnean hartzen dituen kontzeptua) aldakortasuna dela-eta, epe laburrean eragiten duen faktorea da. Jasangarritasuna, aldiz, populazioaren tamainak jasan ditzakeen galerei aurre egiteko gaitasuna da. Azken faktore hau ez bada kontutan hartzen, populazioaren kolapsoa gerta daiteke gehiegizko arrantzaren ondorioz, orainsu antxoarekin gertatu den moduan (2005etik 2010era antxoaren arrantza debekatu egin zen, populazioa espeziearen biziraupenerako kopuru minimoaren azpiko balioetan baitzegoen).

Arrain-stock bat, arrantza-zientzietan, arrantza kudeatzaileentzat intereseko zenbait ezaugarri definigarriak dituen arrain-espezie jakin baten azpipopulazioa da. Stock baten (kasu honetan antxoaren stocka) populazioaren dinamikan eragiten duten faktore garrantzitsu moduan honako hiru hauek dira kontutan hartzen direnak: hazkuntza, erreklutamendua eta hilkortasun-tasa (naturala zein arrantzaren ondoriozkoa). Halaber, populazioaren dinamikan, energia-erreserba ere garrantzi handia du, bereziki ugalketa-sasoian eta neguan zehar. Izan ere, arrain batentzat, bi sasoi horiek dira energia-gastu handiena eskatzen dutenak. Beraz, energia-erreserba nahikorik ez izatekotan, ezin izango diote egoera horiei berme nahikorekin aurre egin.

Ikerketa hau abiatzeko motibazioa, antxoaren kudeaketarako baliagarria den informazioa emendatzea da, orain arte ikertu gabe edo gutxi ikertuak izan diren aspektuak kontutan hartuz. Honela, antxoaren energia-erreserbetan eragiten duten aldagaiak aztertu nahi dira.

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

2.1. Aurrekariak

Antxoa bizi laburreko arrain-espeziea da, 5 urte inguru bizi dena. Bere banaketa zabala dela eta (1. irudia) ugalketa-sasoia zabala duen arren (apiriletik urrira arte), Bizkaiko Golkoan apirila eta abuztua bitartekoa da aipaturiko ugalketa-sasoia hori; errutaldiaren maximoa maiatza eta ekainean ematen da (Sanz eta Uriarte, 1989; Motos et al., 1996). Ugalketa-sasoitik kanpo, gonadak ia desagertzeraino murrizten dira, hari moduko bat izatera pasatuz. Errun ostean, arrautzen eklosioa 2-4 eguneko tartean gertatzen da (Motos et al., 1996) eta larben garapenak 30-40 egunetan ematen da (Irigoién et al., 2007). Gazteak, jaio eta hurrengo urteko urtarriletik aurrera, helduak izatera iristen dira (urtebetea betetakoan) eta orduan sartzen dira arrantza stockaren parte izatera.

1. irudia. *Engraulis encrasicolus* antxoaren banaketa



Antxoaren populazio-dinamika nagusiki erreklutamenduaren mendekoa da, hots, ale helduen multzora urtero gehitzen diren ale berrien kopuruaren mendekoa. Ale helduen multzoak duen tamainaren eta urteko belaunaldi berriaren tamainaren artean erlazio argirik ez egoteak nabarmen uzten du antxoaren kasuan inguruneak fase goiztiarraren hazkunde eta biziraupenean eragin handia duela, eta, ondorioz, hilkortasunarekin batera, urteko erreklutamendua eta populazio-dinamika erregulatzen dituela (Baali et al., 2018).

Azken urteotan zenbait ikerketatan eta gaia ikuspegi desberdinetatik aztertuta, ahaleginak egin dira ulertzeko zeintzu faktorek kontrolatzen duten espezie honen erreklutamendua Bizkaiko Golkoan (Aldanondo et al., 2010; Allain et al., 2003, 2007; Borja et al., 1996, 1998; Cotano et al., 2008; Irigoien et al., 2007, 2008). Hala ere, galdera asko geratzen da erantzuteke, garapen-fase goiztiarren (arrautzak, larbak eta gazteak) hilkortasunarekin zerikusia dutenak batik bat. Aldanondok (2010) jakinarazi zuen, ezen errutaldiari berari atxikitako hilkortasuna (arrautzena eta larba goiztiarrena) eta, halaber, aleen neguko hilkortasuna izan zitezkeela urteko erreklutamenduan eragin handiena izan zezaketen faktoreetariko bi.

Errutaldiari berari atxikitako hilkortasunari dagokionez, zenbait autorek frogatu dute ezen, orokorrean, denboran zehar luzatzen diren errutalziek larbei euren elikadura, garapena eta biziraupenerako aproposenak diren habitatak aurkitzeko probabilitateak emendatzen dizkietela (James et al., 2003). Hori ez da, baina, antxoaren kasua, espezie honek denboran aski mugatuta dagoen errutaldia baitu (Motos et al., 1996). Alabaina, populazioaren adin desberdineko aleen errute-estrategiak larben biziraupena emendatzeko moldapen gisa har daitezke, adin bakoitzari dagozkion errute-garaia eta errute-tokia aldatu egiten baitira (Aldanondo et al., 2016).

Tamaina handiko antxoek txikiak baino abantaila handiagoak dituzte janaria lortzerako orduan, tamaina tarte handiago batean predatu bait dezakete, txikiak baino bizkorrago egin dezakete igeri, ez dituzte hainbeste predatzaile izango, etab. Horrek, eskuratu dezaketen energian du eragina, tamaina handikoek, txikiak baino energia gehiago lortu bait dezakete. Beraz, antxoa eme handiek, txikiak baino energia gehiago eskuratu dezakete, eta ondorioz, oozito gehiago eta bizkorrago ekoiztu ditzakete, arrautza gehiago jarriz guztira (Domínguez-Petit eta Saborito-Rey, 2010). Hau honela, populazioaren tamaina aztertzerakoan, kontutan izan beharko da arestian aipatutakoa.

Antxoa gazteen neguko hilkortasunari dagokionez, bizi-zikloko alderdi aski ezezaguna da, nahiz eta jakin udazkenetik hurrengo udaberri bitartean (sasoia horretan ale helduak erruten hasten dira berriz ere, eta ale gazteek dagoeneko ale helduen multzoarekin bat egin dute) urtez urte

aldatzen den hilkortasuna egon ba dagoela, ale ugalkorren kopurua delarik, azken finean, populazioaren tamaina erregulatzen duena.

Unean-uneke zereginetan erabiltzeko, hala nola hazkuntzarako, ugalketarako, etorkizunean erabilgarria izan daitekeen gordekin-substantzia bezala metatzeko, eta abarretarako antxoek eskuragarri eduki behar duten energia moduan definitzen baditugu energia-baliabideak, arestian aipatutako prozesu bi horietan antxoaren energia-baliabideek erabateko garrantzia izango dute. Hortaz, ikuspegi energetiko batetik kontuan hartuko dira, hain zuzen ere, hazkuntza, garapena eta ugalketarekin zerikusirik duten funtzioak.

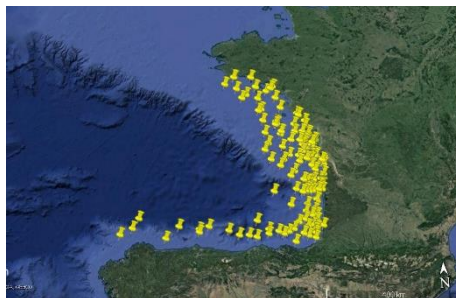
2.2. Ikerketaren helburuak

Ikerketa honen helburua, antxoaren energia-erreserbetan eragiten duten aldagaiak aztertzea da. Horretarako, antxoak Bizkaiko Golkoan maiatzean (ugalketa sasoiari) eta irailean (neguaren aurreko sasoiari) arrantzatu ziren AZTI-Tecnaliaren laguntzaz, eta diseekzionatzerakoan banatutako 3 organoen (muskulua (erreserba organo nagusia), gonada (soilik ugalketa sasoiari garatzen den organoa) eta gibela (aurreko bi organoen arteko lotura organoa)) analisi biokimikoak egin ziren.

3. Ikerketaren muina

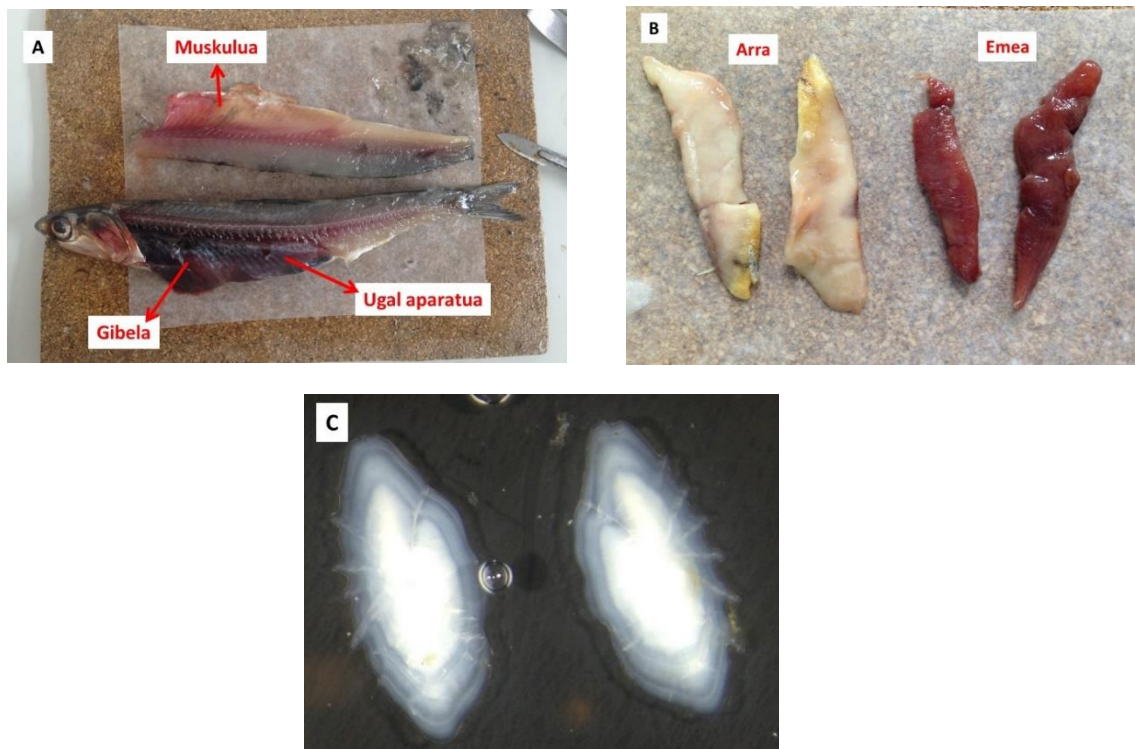
Ikerketa honetarako antxoaren 3 organo aztertu ziren (muskulua, gibela eta gonadak); beren eduki energetikoa kalkulatu ahal izateko, analisi biokimikoak egin ziren, eta proteina, lipido eta karbohidrato totalak kuantifikatu. Ondoren, beraien baliokide energetikoak erabiliz, organo bakoitzaren energia-dukia kalkulatu ahal izan zen, horrela, antxoaren energia totala lortuz.

2. irudia. Laginketa puntuak agertzen direneko mapa



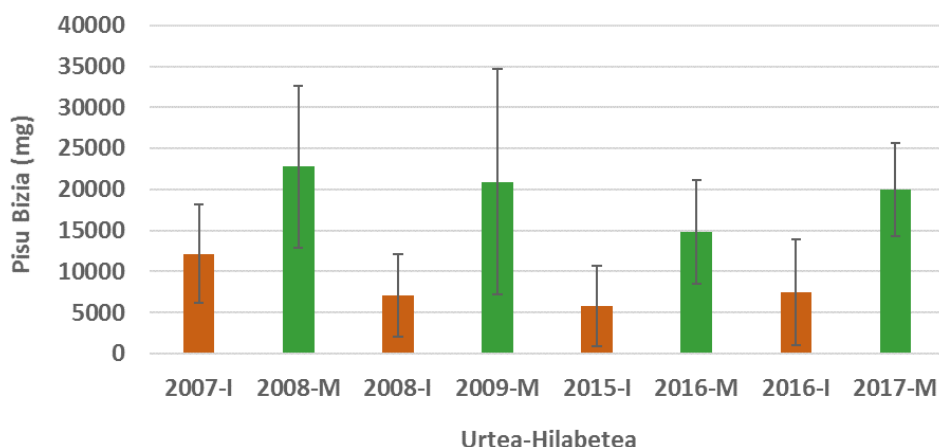
Beharrezko antxoak arrantzatu ostean (2. irudia), eta berehala izoztu ziren eta honela mantendu ziren diseekzionatuak izan arte. Diseekzioak egiterakoan, arestian aipatutako 3 organoak bereizi ziren eta, aldi berean, baita otolitoak atera ere, antxoaren adina jakiteko (3. irudia). Organoak liofilizatu eta homogeneizatu ondoren, analizatuak izan ziren. Proteinak kuantifikatzeko, Lowry et al.-en (1951) metodoa erabili zen. Lipidoetan, bi erauzketa egin ziren: Bligh eta Dyer-ena (1959) lehendabizi eta Folch et al.-ena (1956) bigarrenik. Erauzitako lipidoen kuantifikazioa Marsh eta Weinsten-en (1966) metodoaren bidez egin zen. Azkenik, karbohidratoak triklorazetiko (TKA) berotan erauzi ziren eta kuantifikazioa Dubois et al.-en (1956) metodoaren bidez egin zen. Behin proteina, lipido eta karbohidrato totalak izanda, euren baliokide energetikoa aplikatu zitzaizen (23.64 J/mg, 36.067 J/mg, 17.155 J/mg hurrenez hurren) energia totala lortzeko.

3. irudia. Disekzioan bereiztutako 3 organoak (A); antxoa arraren eta emearen maiatzeko gonaden arteko desberdintasuna (B); otolitoak luparen bitartez ikusia (C), adin eraztunak ikusteko.



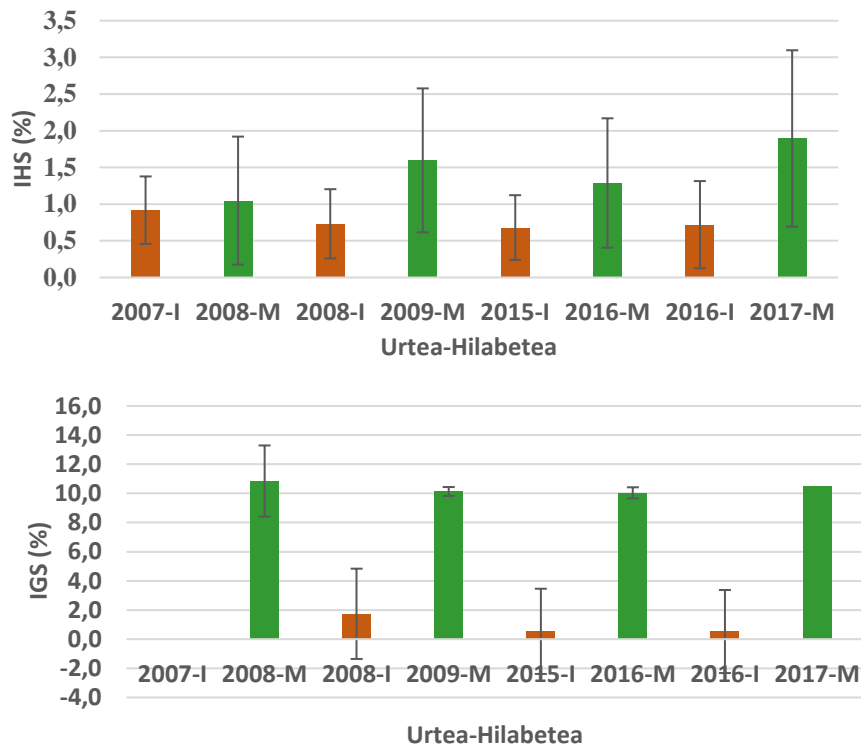
Lortutako datu guztiekin datu-base bat antolatu zen eta desberdintasunik zegoen edo ez behatu. Desberdintasunak agertzen ziren kasuan, esangarriak ziren edo ez jakiteko ANOVA eta Student-en t-testa (soilik bi multzo genituenean konparatzeko) egin ziren

4. irudia. Urte eta hilabete desberdinetako pisu biziak (mg) eta euren errore estandarrak. I = Iraila, M = Maiatza, marroiz irailak eta berdez maiatzak.



Lagin guztiak urte eta hilabeteetan bereiztean (4. irudia), antxoa txikienak irailetan aurkitu ziren ($p < 0,001$, $F = 366.11$, $df = 7$), hilabete honetan urte horretako gazteak ere aurkitzen baitira, eta maiatzean, aldiz, helduak soilik (Aldanondo et al., 2010). Era berean, maiatzetan zentratuz, 2016ko maiatzeko antxoak gainerakoena baino esangarriki txikiagoak zirela ikusi zen ($p < 0,001$, $F = 49.662$, $df = 3$). Urtez urte populazioko ale helduak nahiko konstante mantentzen ohi den bitartean, urte horretako ale gazteek gorabehera handiak jasan ditzake (Lapolla, 2001). Beraz, populazioaren batezbesteko pisuan eragin handiena duena, ale gazteen ugaritasun erlatiboa izaten da.

5. irudia. Urte eta hilabete desberdinetako Indize Hepatosomatikoa (IHS (%)) eta Indize Gonadosomatikoa (IGS (%)) eta euren errore estandarrek. I = Iraila, M = Maiatza, marroiz irailak eta berdez maiatzak.

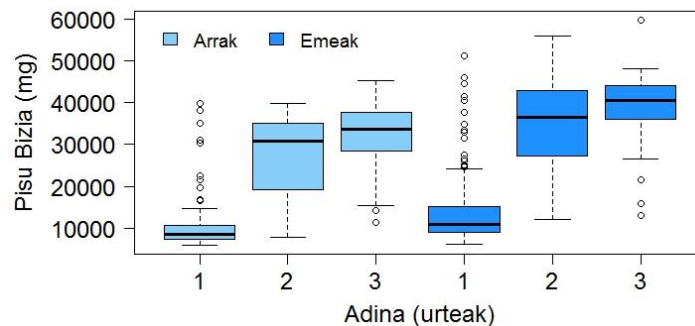


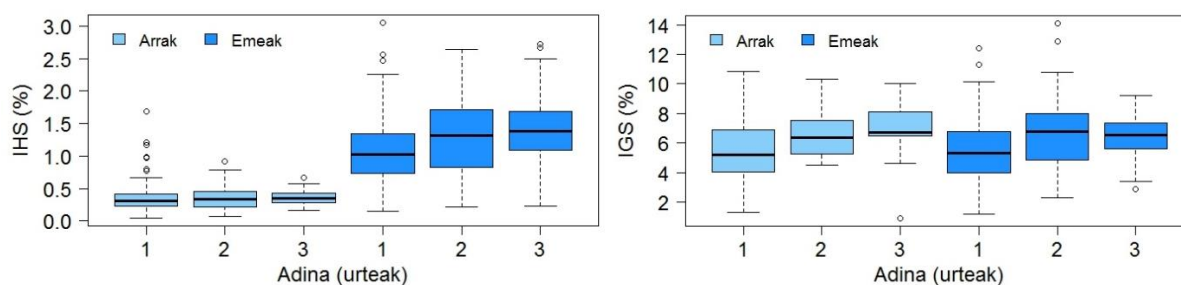
Lagin guztien IHSak eta IGSak urte eta hilabeteetan bereiztean (5. irudia), indize txikienak bi kasuetan irailetan aurkitu ziren (IHS: $p < 0,001$, $F = 159.29$, $df = 7$; IGS: $p < 0.001$, $F = 1064.2$, $df = 6$). Arreta IGS-an jartzen badugu, maiatzekoak esangarriki askoz ere handiagoak ziren ($p < 0.001$, $t = 77.583$, $df = 2165$) irailakoak baino.

3.1. Adina eta sexua kontutan hartuta

Urte bakoitzerako lortutako datuak, besteak beste, adinaren eta sexuaren arabera bereizi ziren (6. irudia).

6. irudia. Adibidea: 2009ko maiatzeko antxoan Pisu Bizia (mg), Indize Hepatosomatikoa (IHS) (%) eta Indize Gonadosomatikoa (IGS) (%) adinaren eta sexuaren arabera bereiztuta.

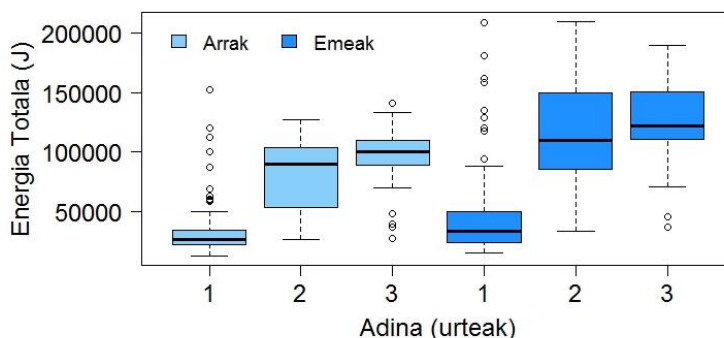




Antxoen pisu biziaren artean desberdintasunak nabariak ziren ($p < 0.001$, $t = -4.7862$, $df = 482$) eme eta arren artean. Era beran, emeek arrek baino IHS handiagoa zuten kasu guztietan ($p < 0.001$, $t = 16.659$, $df = 448$). Halaber, arren IGSa adinarekin emendatzen zihoan heinean ($p < 0.001$, $F = 7.968$, $df = 2$), emeen kausan, soilik 1 urtekoak ziren desberdintasunak zituztenak ($p < 0.05$, $F = 11.309$, $df = 2$). Ugalketa garaian emeek IHS handiagoa izatea arrek baino, gonadaren garapenean arren gibel eta muskuluak ez dutela parte hartzen iradokitzen dute (Pérez et al., 2007).

Energia totalen ere (7. irudia), desberdintasunak esangarriak ziren bai sexuen artean ($p < 0.05$) bai eta adinen artean ere ($p < 0.001$). Honela, 1 urtekoek besteek baino energia gutxiago zutela ikusteaz gain, arrek emeek baino energia gutxiago zutela ikus zitekeen ($p < 0.05$). Izan ere, arrek ez dute emeek haina energia inbertitu behar (Espínola et al., 2014; Kaçar eta Başhan, 2015) (Tirelli et al., 2006). Eraitza hauek, beste ikerketa batzuekin egiten dute bat (Birkeland eta Dayton, 2005; Nunes et al., 2011; Domínguez-Petit eta Saborido-Rey, 2010).

7. irudia. Adibidea: 2009ko maiatzeko antxoen energia totala (J), adina eta sexua bereizirik.



4. Ondorioak

Sasoi desberdinetako antxoen pisu biziaren desberdintasunak, gazte-kopuruarekin erlazonaturik daude. Izan ere, irailean, urte horretan jaiotako antxoak daude. Hori dela-eta, populazioaren batz besteko pisuaren balioa txikiagoa da. Bestetik, maiatzean, ez dago gazterik, aurreko urtean jaiotako antxoak dagoeneko, urtariletik aurrera, heldu (1 urte) izatera iritsi baitira. Eta bestetik, negua gaingintzeko gai izan ez diren antxoarik ez dago. Beraz, antxoen batz besteko pisuak altuagoak dira.

Sexuaren eta adinaren arteko behin-behineko analisisiek iradokitzen dute, esperotako moduan, ugalketa-sasoian emeek arrek baino energia gehiago dutela. Izan ere, emeek, arrautza bihurtuko diren obuluetan inbertitutako energia, arrena baino handiagoa da, emeek larbek elikagai gisa erabiliko duten biteloa sortu behar baitute

Bestetik, 1 urtekoen metaketa energetikoa (eta ondorioz, errutaldian egin dezaketen gastu energetikoa), gainerako urteetako (antxo zaharragoena alegia) baino baxuagoa izanik, ale bakoitzak errundako arrautza-kopurua antxo zaharragoek errundakoen berdina izango balitz, arrautzak txikiagoak izango ziren. Hortaz, 1 urtekoek jarritako arrautzetatik irtendako larben bizi-iraupena, beste adinekoek jarritako arrautzetatik irtendako larbena baino txikiagoa izan daitekeela pentsa daiteke. Alternatiboki, 1 urtekoen arrautza-tamaina antxo zaharragoen berdina izango balitz, ezinbestean kohorte horrek errundako arrautza-kopurua txikiagoa izango litzateke.

Gainera, 1 urtekoen ugalkortasuna proportzionalki zaharragoena baino txikiagoa da, ugalketa-sasoia laburragoa daukate eta errute maiztasuna ere txikiagoa da. Bata dela edo bestea dela, gazteen erreklutamenduan edo beste modu batera esanda, hurrengo urtean helduak izango diren antxoakopuruan, garrantzia handiagoa izango dute 2 urtetik gorakoek jarritako arrautzetatik irtendako larbek (energia gehiago izanik eskuragarri, bizi-irauteko aukera gehiago izan dutelako, edo besterik gabe, jaiotzean gehiago zirelako).

Beraz, populazioaren tamaina aztertzerako orduan, eta ondorioz, arrantza daitezkeen ale kopuruak estimatzerako orduan, antxoa zaharragoen ekarpen handiagoa kontutan izan beharko da, hauen kopuru minimo bat mantentzen saiatuz.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Sexuak eta adinak duten eragina ikusita, urteko sasoiak (udaberria eta udazkena, ugalketa-sasoia eta negu aurreko sasoiak hurrenez hurren), latitudeak eta kostaldearekiko distantziak eraginik duten edo ez aztertuko da. Analisi estatistikoak ANOVA bidez egingo dira baita, R erabiliz.

Era berean, 2017ko antxoen kasuan, antxoek eskuragarri duten energiaren hilabeteko behaketa egingo da, hilabete bakoitzean duten energia totala kalkulatu. Honela, antxoaren bizi-zikloko 2 sasoi garrantzitsuenek (negua igarotzea eta ugalketa) ze eragin duten jakin dezakegu. Hots, iraileko datuak hurrengo urteko martxoko datuekin erkatzen baditugu, negua igarotzeko antxoak gastatutako energia kopurua estima dezakegu. Era berean, martxoko datuak, apirilko eta maiatzeko datuekin erkatzen baditugu, antxoak ugalketarako metatuko duen energia-kopurua (apirilean) eta ugalketan gastatzen hasitakoa (maiatzean) estima dezakegu.

Arrantzaren ikuspuntutik, garrantzitsua da hurrengo urtean zenbat antxoa egongo den ahalik eta zehazkien estimatzea eta, baita, arrantza-sasoia hasi aurretik zenbat antxoa dagoen itsasoan eta nolako egoera fisiologikotan dauden jakitea. Hori dela-eta, arestian aipatutako antxoen neguko energia-gastua ezagutzea oso baliagarria izango litzateke. Izan ere, negua hasi aurretik beharrezko energiaren gutxieneko maila gainditzen ez duten antxoen hilkortasun-tasa jakin ahal izango litzateke. Honela, gaur egungo kuoten kalkuluetan erabilitako formulak aldagai berri bat gehitzean, kuoten kalkulu horiek hobetzea ekar dezakeen.

6. Erreferentziak

- Aldanondo, N. (2010), Young-of-the-year European anchovy in the Bay of Biscay. Study of recruitment determining processes based on otolith microstructure analysis. UPV/EHU, 181 pp.
- Aldanondo, N., Cotano, U., Tiepolo, M., Boyra, G. eta Irigoien, X. (2010), Growth and movement patterns of early juvenile European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Biscay based on otolith microstructure and chemistry. *Fisheries Oceanography*, 19 (3): 196-208.
- Aldanondo, N., Cotano, U., Goikoetxea, N., Boyra, G., Ibaibarriaga, L. eta Irigoien, X. (2016), Interannual differences in growth and hatch-day distributions of early juvenile European anchovy in the Bay of Biscay: implications for recruitment. *Fisheries Oceanography*, 25 (2): 147-163.
- Allain G., Petitgas, P., Grellier, P. eta Lazure, P. (2003), The selection process from larval to juvenile stages of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay investigated by Lagrangian simulations and comparative otolith growth. *Fisheries Oceanography*, 12: 407-418.
- Baali, A., Bourassi, H., Falah, S., Abderrazik, W., El Qoraychy, I., Amenzoui, K. eta Yahyaoui, A. (2018), Study of reproduction of anchovy *Engraulis encrasicolus* (Actinopterygii, Engraulidae) in the central area of the Moroccan Atlantic coast. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8 (12): 4467-4474.
- Birkeland, C. eta Dayton, P.K. (2005), The importance in fishery management of leaving the big ones. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 20 (7): 356-358.
- Bligh, E.G. eta Dyer, W.J. (1959), A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.
- Borja, A., Uriarte, A., Valencia, V., Motos, L. eta Uriarte, A. (1996), Relationships between anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) recruitment and the environment in the Bay of Biscay. *Scientia Marina*, 60 (Suppl. 2): 179-192.

- Borja, A., Uriarte, A., Egaña, J., Motos, L. eta Valencia, V. (1998), Relationships between anchovy (*Engraulis encrasicolus*) recruitment and the environment in the Bay of Biscay (1967-1996). *Fisheries Oceanography*, 7: 375-380.
- Domínguez-Petit, R. eta Saborido-Rey, F. (2010), New bioenergetic perspective of European hake (*Merluccius merluccius* L.) reproductive ecology. *Fisheries Research*, 104: 83-88.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers P.A. eta Smith, F. (1956), Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Espínola, L.A., Dourado, E.C. eta Benedito, E. (2014), Difference in reproduction energy content in muscle on fish from reservoirs in Paraná State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(4): 783-794.
- Folch, J., Lees, M. eta Sloane Stanley, G.H. (1956), A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.
- Irigoién, X., Fiksen, O., Cotano, U., Uriarte, A., Álvarez, P., Arrizabalaga, H., Boyra, G., Santos, M., Sagarminaga, Y., Otheguy, P., Etxebeste, E., Zarauz, L., Artetxe I., eta Motos, L. (2007), Could Biscay Bay anchovy recruit through a spatial loophole? *Progress in Oceanography*, 74 (2-3): 132-148.
- Irigoién, X., Cotano, U., Boyra, G., Santos, M., Álvarez, P., Otheguy, P., Etxebeste, E., Uriarte, A., Ferrer, L. eta Ibaibarriaga, L. (2008), From egg to juvenile in the Bay of Biscay: spatial patterns of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) recruitment in a non-upwelling region. *Fisheries Oceanography*, 17: 446-462.
- James, A., Pitchford, J.W. eta Brindley, J. (2003), The relationship between plankton blooms, the hatching of fish larvae and recruitment. *Ecological Modelling*, 160 (1): 77-90.
- Kaçar, S. eta Başhan, M. (2015), Seasonal Variations in the Fatty Acid Composition of Phospholipid and Triacylglycerol in Gonad and Liver of *Mastacembelus simack*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92: 1313-1320.
- Lapolla, A.E. (2001), Bay anchovy *Anchoa mitchilli* in Narragansett Bay, Rhode Island. I. Population structure, growth and mortality. *Marine Ecology Progress Series*, 217: 93-102.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. eta Randall, R.J. (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275.
- Marsh, J.B. eta Weinstein, D.B. (1966), Simple charring method for determination of lipids. *Journal of Lipid Research*, 7: 574-576.
- Motos, L., Uriarte, A. eta Valencia, V. (1996), The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Scientia Marina*, 60: 117-140.
- Nunes, C., Silva, A., Marques, V. eta Gantias, K. (2011), Integración de la talla, condición y demografía poblacional en la estimación de la fecundidad anual de la sardina iberoatlántica. *Ciencias Marinas*, 37 (4B): 565-584.
- Pérez, M.J., Rodríguez, C., Cejas, J.R., Martín, M.V., Jerez, S. eta Lorenzo, A. (2007B), Lipid and fatty acid content in wild White seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 146: 187-196.
- Sanz, A. eta Uriarte, A. (1989), Reproductive cycle and batch fecundity of the Bay of Biscay anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in 1987. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, 30: 127-135.
- Tirelli, V., Borme, D., Tulli, F., Cigar, M., Umai S.F. eta Brandt, S.B. (2006), Energy density of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Adriatic Sea. *Journal of Fish Biology*, 68: 982-989.

7. Eskerrak eta oharrak

Eskerrak eman nahi dizkiegu lehendabizi antxoak arrantzatu dituen AZTI-Tecnalia-ko lantaldeari. AZTI-Tecnaliako Iñaki Ricori antxoan otolitoak erabiliz adina zehazteagatik. Baita, laborategiko lanean lagundu duten Domeka Beitia, Irati Ranero, Enara Goienechea eta Natalia Monterori. Lan hau Azti-Tecnaliak eta UPV/EHU Euskal Herriko Unibertsitateak finantziatua izan da.