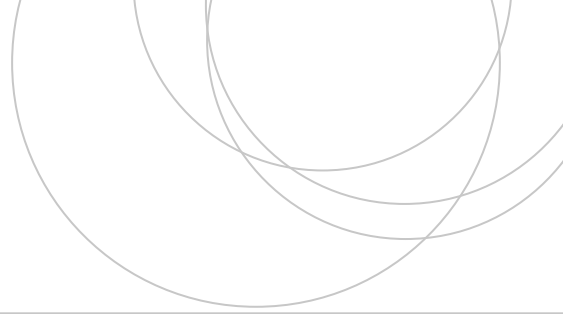




Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ZIENTZIA
ETA TEKNOLOGIA
FAKULTATEA
FACULTAD
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Gradu Amaierako Lana BIOLOGIAKO Gradua

Janariaren lorpenean eta prozesamenduan parte hartzen duten zenbait organoen alometria konparatua molusku bibalbioetan

Egilea:

Mikel Joseba Larrañaga Agirreurreta

Zuzendaria:

Irrintzi Ibarrola Bellido

AURKIBIDEA

Laburpena	3
Abstract	3
1. Sarrera	4
2. Material eta metodoak	7
2.1. Esperimentuaren prestaketa eta bibalbioen manipulazioa	7
2.2. Brankia-azaleraren neurketa esperimentalak	7
2.3. Pisu lehorren neurketa esperimentalak	8
2.4. Elikadura-esperimentuak	8
2.4.1. Elikadura esperimentalaren ezaugarriak	8
2.4.2. Aklaramendu-tasaren determinazio esperimentalak	8
2.5. Tamainen estandarizazioa eta analisi estatistikoa	9
3. Emaitzak	9
3.1. Ekaineko laginketa	9
3.2. Otsaileko laginketa	11
3.3. Urtaroen arteko erkaketa	13
3.4. Elikadura-esperimentuak	14
4. Eztabaida	15
4.1. Organoen tamainaren alometria eta pisu espezifikoa	15
4.2. Urtaroen arteko erkaketa intraespezifikoa	17
4.3. Elikadura-esperimentuak	18
5. Ondorioak	19
Bibliografia	19

LABURPENA

Cerastoderma edule, *Mytilus galloprovincialis* eta *Ostrea edulis* gure itsasbazter eta estuarioetan oso arruntak diren bibalbio espezieak dira eta etengabeko lehian bizi dira bizileku eta elikagaiengatik. Lan honetan elikagaien lorpena eta prozesamenduarekin zerikusia daukaten desberdintasun morfologiko zein funtzionalak aztertu dira hiru espezie horien artean eta urtaroen artean espezie mailan. Horretarako hiru organoen (brankia-azalera (BA: mm²), digestio-guruinaren pisu lehorra (W_{dg}: mg) eta muskulu abduktorearen pisu lehorra (W_m: mg)) erlazio alometrikoak egin ziren pisu lehor totalakiko (W_{tot}: mg) Urdaibai Biosfera Erreserbako estuariotik lagindutako tamaina desberdinetako aleekin udan eta neguan. Neguko laginketatik beste 10 banako hautatu ziren espezie bakoitzetik aklaramendu-tasak (AT: l h⁻¹) neurtzeko. Erlazio alometrikoak ondorengo ekuazioaren bitartez adierazten dira: $Y = a X^b$, non “a” proportzionalitate-konstantea eta “b” masa-esponentea dira. Udako laginketari dagokionez, desberdintasun esangarria aurkitu zen brankia-azalaren b balioen artean: *O. edulis* espeziearena (0,747) handiagoa zen eta *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieenak (0,46) berdinak ziren. Muskulu abduktorearentzako b balio komuna (0,996) eta digestio-guruinarentzako b balio komuna (0,718) kalkulatu ziren. Proportzionalitate-konstanteak desberdinak ziren brankia-azalaren artean ondorengo ordenan: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis*. Muskulu abduktorearen proportzionalitate-konstanteen artean ere desberdintasun esangarria zegoen: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis*. Digestio-guruinean, soilik *C. edule* eta *O. edulis* espezieen artean zegoen desberdintasuna proportzionalitate-konstanteen artean. Neguko laginketan, *C. edule* espeziearen b balioa (0,37) eta *O. edulis* espeziearen b balioa (0,569) ziren elkar desberdinak BAr dagokionez. Muskulu abduktorearentzako b balio komuna (0,957) eta digestio-guruinarentzako b balio komuna (0,826) kalkulatu ziren. Desberdintasun esangarria zegoen brankia-azalaren proportzionalitate-konstanteen artean ondorengo ordenan: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis*. Muskulu abduktorean desberdinak ziren hiru ebakitze-puntuak: *O. edulis* > *C. edule* > *M. galloprovincialis*. Digestio-guruinari dagokionez, *O. edulis* espeziearen proportzionalitate-konstantea (0,444) zen gainontzekoetatik desberdina eta *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieentzako a_c (0,247) kalkulatu zen. Urtaroen arteko erkaketen datuei erreparatuz, *C. edule* espeziearen brankia-azalera bikoitza zen udan, *O. edulis* espeziearena %23,4 handiagoa zen udan eta *M. galloprovincialis* espeziean ez zen alderik behatu. Muskulu abduktorean, soilik *M. galloprovincialis* espeziean behatu zen diferentzia, udan ia bikoitza zuelarik. Digestio-guruinari dagokionez, hiru espezieetan handiagoa zen organo hau udan. Azkenik, neguko laginketan ez ziren desberdintasun esangarririk urkitu aklaramendu-tasen artean eta b balio komuna (0,818) eta proportzionalitate-konstante komuna (0,0264) kalkulatu ziren hiru espezieentzako.

ABSTRACT

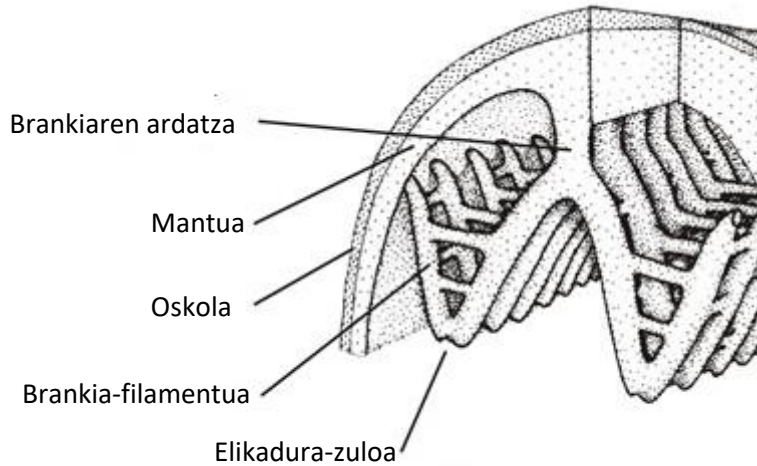
Cerastoderma edule, *Mytilus galloprovincialis* and *Ostrea edulis* are very typical bivalves in our coasts and estuaries living in constant competition for space and food. In this project we tested the existence of potential morpho-functional differences operating at the feeding and digestive levels among this species and the seasonal changes into each one of them. To this end, we computed the allometric relationships of the gill area (BA: mm²), dry weight of the adductor muscle (W_m: mg) and dry weight of the digestive gland (W_{dg}: mg) in the function of the total dry weight (W_{tot}: mg) with different size individuals of the three species collected

from Urdaibai Biosphere Reserve in winter and summer. From the winter sampling, other 10 individuals from each species were taken for clearance rate (AT: $l\ h^{-1}$). Allometric relationships were expressed according to the equation: $Y = a X^b$, where “a” is the proportionality constant and “b” is the mass-exponent. Regarding to the summer sampling, significant difference between species was found for b values scaling gill area: *O. edulis* showed the biggest value (0,747) whereas *C. edule* and *M. galloprovincialis* showed the same value (0,46). No significant differences between species were found for b-values scaling W_m ($b_c = 0,996$) and W_{dg} ($b_c = 0,718$). However, elevations for BA and W_m were found to vary among species, ranking as follows: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis*. Only the elevations between *C. edule* and *O. edulis* were different scaling W_{dg} . Concerning winter sampling, b-values of *C. edule* (0,37) and *O. edulis* (0,569) were found to be significantly different scaling BA. Common values were calculated for W_m ($b_c = 0,957$) and W_{dg} ($b_c = 0,826$). However, elevations for BA were found to be significantly different among species ranking as follows: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis*. Also for W_m were different the elevations: *O. edulis* > *C. edule* > *M. galloprovincialis*. Regarding to W_{dg} , only *O. edulis* showed a different elevation (0,444) and a common elevation (0,247) was calculated for *C. edule* and *M. galloprovincialis*. Concerning seasonal comparison, *C. edule* showed two times bigger BA in summer, *O. edulis* had 23,4% bigger BA in summer and *M. galloprovincialis* showed a constant BA for summer and winter. Only in the specie *M. galloprovincialis* was found a difference for adductor muscle, being twice in summer. Three species showed a bigger digestive gland in summer. Lastly, no significant differences between species were found for b-values and elevations scaling AT and a common value (0,818) and elevation (0,0264) were calculated.

1. Sarrera

Bibalbioen komunitate dentsuok garrantzi ekologiko handia daukate itsasbazter eta estuario-ertzetan. Munduan oso hedatuta dauden animalia hauen artean etengabeko lehia dago bizileku eta elikagaiengatik. Bibalbioak animalia iragazleak dira, hau da, ura iragazi behar dute esekiduran dauden elikagai-partikulak harrapatu ahal izateko, esaterako fitoplanktona. Jaki hori lortu, iragazi eta prozesatzeko hainbat egitura eta organo ezinbestekoak dira, horien artean garrantzitsuenak brankiak, digestio-guruina eta muskulu abduktorea dira. Brankia arnas-organoa izateaz gain, bibalbioetan elikatze-aparatua ere bada. Brankiak egitura ziliatuak dira eta zilio horiek frontalak edo aldamenekoak izan daitezke. Zilio frontalak bitartez harrapatuta gelditzen diren elikagai-partikulak ahala bideratu eta irentsi egiten dituzte ezpain-palpoen laguntzarekin batera. Aldameneko zilioek ordea, ur-korrontea sortzen dute. Brankiak osatzen dituzten filamentuek W itxura hartzen dute. Modu horretan, brankia bat itxura laminarra daukaten bi demibrankia egituraz osatuta dago. Brankiako filamentuen arteko loturaren arabera hiru brankia mota aurkituko ditugu: a) filamentuak elkarrengandik bananduta daudenean filibrankiak izango ditugu, b) eulamelibrankietan filamentuak guztiz lotuta daude eta egitura solido bat eratzen da, eta c) bi eredu horien tartekoak pseudolamelibrankiak dira. Brankietako filamentuen azalean zenbait elikatze-zulo daude (1 Irudia). Egitura berezi horietara heltzen dira zilioen bitartez harrapatuta geratu diren partikulak eta muki batekin inguratzen dira. Ondoren, jakiaren aukeraketa selektibo bat egiten da brankien eta ezpain-palpoen artean. Kalitate oneko partikulak ahala bideratzen dira eta partikula-soberakinak mukiarekin batera kanporatu egiten dira. Behin elikagaia irentsituta,

digestio intrazelularra eta xurgapena egiten da digestio-guruinean. Elikadurarako ezinbestekoa den beste organo bat muskulu abduktorea da. Organo horren bitartez sifoiaren irekiera eraentzen dute eta ondorioz, iragazketaren abiadura.



1 Irudia: Bibalbio baten brankiaren egitura.

Bibalbio esekijaleak infaunalak edo epifaunalak izan daitezke. Lehenengo taldekoak itsaso eta ibaien hondoko sedimentuan barneratuta bizi dira, esaterako margolak, txirlak eta datil okerrak. Bigarren taldekoak ordea, sedimentutik kanpo bizi dira, normalean arrokei edo elkarren artean itsatsita, muskuiluak adibidez. Horretarako, biso-filamentuak erabiltzen dituzte. Bi bizimodu horien arabera oso desberdina izan daiteke animaliaarentzat eskuragarri den jakiaren kantitatea eta kalitatea edo konposizioa. Bibalbio infaunalen kasuan, partikula ez organikoak eta sedimentu-partikulak ugariagoak dira eta ondorioz, elikadura-kalitatea urriagoa da. Hala eta guztiz ere, bibalbioek digestio-hodian sartzen den elikagai kantitatea erregulatu dezakete bai aklaramendu-tasa eraenduz zein brankietan iragazitako partikulen parte bat aldaratuz ahoaren inguruan dauden ezpain-palpoen laguntzarekin. Kanporatzen den eta beraz, irensten ez den jaki horrek sasi-gorotza osatzen du (Winkel & Davids, 1982). Infaunal eta epifaunal bizimodura moldatuta dauden espezieen arteko desberdintasunak eragin ditzakeela elikatze- eta digestio-organoen tamaina erlatiboan eta fisiologian noizbehin aipatu da, baina hori argitzeko ikerketarik ez da egin.

Itsaso eta ibaietako ekoizpen primarioaren arabera bibalbioentzat eskuragarri dagoen jakiaren kantitatea aldakorra izango da. Ikusi da fitoplanktonaren ekoizpen primarioa maximoa dela udaberri eta udan, udazken eta neguan ordea minimoa (Bode & Varela, 1998). Urtaroen arteko aldaketa horiek eragin zuzena daukate bibalbioetan. Alde batetik, animalia hauen hazkuntza mugatuta egon daiteke desfaboragarriak diren urtarotan, eta bestetik, aldatu egin daitezke zenbait organoen tamaina eta funtzionamendua. Esate baterako, brankiak eta digestio-guruina handitu egiten dira udan (Ibarrola *et al.*, 2008). Beraz, bibalbioek badaukate nolabaiteko plastikotasun fenotipikoa urtaro-aldaketekin zerikusia daukatenak. Horrekin lotuta, partikula kantitatea aldatzen denean brankien tamaina ere aldatu egiten da (Honkoop *et al.*, 2003).

Espezieen arteko eta urtaroen arteko desberdintasunak aztertu ahal izateko hurbilketa alometrikoak egiten dira. Alometria, pisu totala aldatzean gorputz-atal edo organo baten dimentsio erlatiboan gertatzen den aldaketa da. Gorputzeko edozein atal edo organo aztertzeaz aparte, parametro funtzional, fisiologiko eta biokimikoak ere aztertu daitezke. Gainera, alometriak interespezifikoak eta intraespezifikoak izan daitezke, fenomeno bat espezie berdinaren artekoa edo espezie ezberdinaren artekoa den arabera. Erlazio alometrikoak ondorengo funtzioaren bitartez adierazten dira: $Y = a X^b$, non "a" proportzionalitate-konstantea eta "b" masa-esponentea dira. Masa-esponentea (b) 1 denean, erlazioa isometrikoa izango da, hau da, proportzio berean emendatzen dira aldagaia eta gorputzaren tamaina totala. Bestalde, masa-esponentea 1 baino txikiagoa denean, erlazioak alometria negatiboa izango du, hau da, aldagaia proportzio txikiagoan handituko da. Lortutako masa-esponentea esperotakoa baino handiagoa denean, alometria positiboa deritza, hau da, aldagaiaren emendapena desproporzionalki altua izango da.

Bibalbioetan, organo-tamainaren erlazio alometrikoari buruzko informazioa nahiko urria da. Brankiaren kasuan, azalera eta bolumena erkatzen direnez, erlazio isometrikoaren adierazlea 2/3 erlazioa izango litzateke, hau da, b-ren balioa 0,66tik gertu egotea espero da. Hala ere, brankia-azaleraren inguruan egindako ikerketetan ondorengo datuak lortu ziren: muskuiluek 0,80ko masa-esponentea zeukaten (Ibarrola *et al.*, 2012), margolek 0,72koa (Hawkins *et al.*, 1990) eta ostrek 0,69koa (Barillé *et al.*, 2000). Lan horietako datuei erreparatuz, muskuiluek erlazio alometriko positiboa azaldu zuten. Digestio-guruina eta muskulu abduktoreari dagokienez, erkaketak bolumenen artekoak dira, beraz, b-ren balioa 1 izatea espero da. Digestio-guruinaren inguruan muskuiluekin egindako lan batean 0,91ko masa-esponentea lortu zen (Babarro & Fernández, 2006) eta margolekin egindako beste batean 0,82ko masa-esponentea (Ibarrola *et al.*, 2008). Kasu horietan, digestio-guruinaren alometriak negatiboak izan ziren, hau da, digestio-guruina gorputz totalarekiko proportzio berdinean hazi beharrean, digestio-guruinak erlatiboki txikiagoak ziren animalia handiagoa egiten zenean. Aklaramendutasak neurtu ziren zenbait lanetan ikusi zen muskuiluek 0,78 eta 0,88 bitarteko masa-esponenteak zituztela (Krygrer & Riisgard, 1988), margolek 0,56 ingurukoa (Ibarrola *et al.*, 2008) eta ostrek 0,73koa (Riisgard, 1988). Aipatutako lanetan lortutako datu guztiak kontuan hartuta, argi dago parametro batzuetan desberdintasunak daudela margola, muskuilu eta ostren artean. Baina esan beharra dago, balio horiek desberdinak izan daitezkeela lanak independenteak direlako edo erabilitako metodologiak desberdinak izan daitezkeelako.

Kantauri itsasoko itsasbazter eta estuarioetan *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieak oso arruntak eta ugariak dira eta beraz, garrantzi ekologiko handia daukate gure kostaldeko ekosistemetan. Arrazoi horregatik eta laginketaren erraztasun metodologikoarengatik, hiru bibalbio espezie horiek hautatu dira ikerketa honetarako.

Lan honen helburua da *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieekin organoen eta aklaramendu-tasen arteko erkaketak egitea momentu berean eta metodologia berdina erabiliz; modu honetan aztertu nahi da desberdintasunak dauden ala ez bizileku hain desberdinetara moldatuta dauden espezieen artean elikatze organoen tamaina erlatiboan eta masa unitateko aklaramendu-tasetan. Horretarako ondorengo hipotesiak planteatu dira: a) masa-esponenteak ez dira desberdinak izango espezieen arteko erkaketetan, b) espezieen

artean desberdintasunak egongo dira erlazio alometrikoen ebakitze-puntuen artean c) urte-sasoien artean desberdintasunak egongo dira organoen tamaina erlatiboan espezie barnean eta d) aklaramendu-tasa proportzionala izango da brankia-azalerarekiko.

2. Material eta metodoak

2.1. Esperimentuaren prestaketa eta bibalbioen manipulazioa

Tamaina ezberdinetako hiru bibalbio espezie lagindu ziren estuarioko populazioetatik Urdaibaiko Biosfera Erreserban (43°22'1; 2°40'E). Lagindutako espezieak *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* izan ziren. Bi laginketa egin ziren urtaroen arabera: 2016ko ekainean eta 2017ko otsailean. *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezimenak estuarioaren ertzeko arroketatik hartu ziren. Bestalde, *C. edule* espezimenak estuarioko sedimentu hareatsutik hartu ziren. Indibiduo guztiak eskuz batu ziren eta plastikozko kutxetan garraiatu ziren Animalien Fisiologia departamentuko laborategiraino.

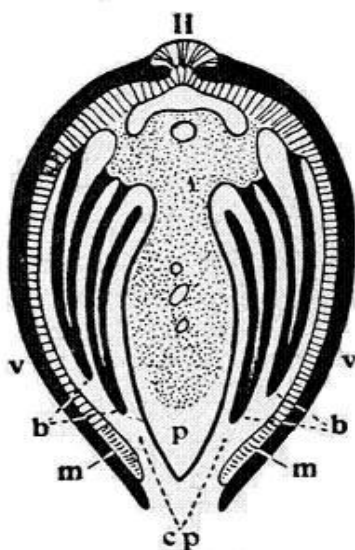
Laborategian, espezie bakoitzeko 20 banako hartu ziren eta bi egunez itsas uretako tanketan mantendu ziren elikatzen. *Isochrysis galbana* mikroalga erabili zen elikadurarako. Bi egun igaro ondoren, bibalbioekin disezioak egin ziren organoen pisu lehorrak (mg) eta brankia-azalera (mm^2) neurtzeko. Metodologia berdina errepikatu zen bi urtarotako aleekin.

Otsaileko laginketatik ordea, espezie bakoitzeko 30 ale erabili ziren. Horietatik 10, aklaramendu-tasa neurtzeko erabili ziren. 2 egun igaro ondoren, bibalbioak banaka jarri ziren aklaramendu-tasak neurtzeko.

2.2. Brankia-azaleraren neurketa esperimentalak

Muskuilu eta ostren brankia-azalera kalkulatzeko, animaliak ireki egiten ziren eta alde bateko demibrankiaren argazkia ateratzen zitzairen. Horretarako, diseziorako tresnak erabili ziren. Argazkia ordenagailura pasatu ondoren, demibrankia baten azalera kalkulatu zen ImageJ ordenagailu-programaren bitartez. Bibalbioek lau demibrankia dituztenez, lortutako balioa laukoiztu egin zen brankia-azalera totala kalkulatzeko.

Margolen brankia-azalera kalkulatzeko, indibiduo bakoitzaren demibrankia pare bat jarri zen Petri kutxa batean ur geruza fin batekin. Demibrankia guztiz zabaldua zegoenean argazki bat atera zitzaion.



2 Irudia: Bibalbio baten mozketza transbertsala.

2.3. Pisu lehorren neurketa esperimentalak

Animaliekin diseekzioak egin ondoren, aluminiozko ontzitxoetan banatu ziren intereseko organo eta ehunak. Ontzitxoak labera sartu ziren aluminiozko erretiluetan eta labean mantendu ziren 100°C-tan. 24 ordu igaro ondoren, ontzitxo bakoitza pisatu zen 10⁻⁴gko balantza baten bitartez. Aluminiozko ontzitxo bakoitza aurrez pisatu zen balantza berdinarenean bitartez.

2.4. Elikadura-esperimentuak

2.4.1. Elikadura esperimentalaren ezaugarriak

Sistemako ura erabili zen *I. galbana* mikroalgaren zelulak erdira diluitzeko. Ponpa peristaltikoa erabili zen elikagaia neurtzeko eta elikatze-sistemara garraiatzeko. Aireztapen-sistema baten bitartez sakabanatu zen elikagaia.

2.4.2. Aklaramendu-tasaren determinazio esperimentalak

Bibalbioen aklaramendu-tasak (AT: L h⁻¹) banaka neurtu ziren Coughlanen metodoaren bitartez (Coughlan, 1969). Horretarako, indibiduoak beirazko ontzietan jarri ziren 3 litroko ur bolumenarekin. Ontziak betetzeko ura sistematik hartu zen eta elikagai-partikula kopuru berdina gehitu zitzaizkien. Ontziak tenperatura konstantean (15°C) mantendu ziren ur gaziz betetako tanke handi batean. Ontzietako elikagai-partikula kopurua neurtu zen Coulter Multisizer partikula-kontagailuaren bitartez. Bibalbiorik gabeko ontzi bat erabili zen elikagai-partikulen sedimentazioa neurtzeko. Metodologia berdina errepikatu zen espezie bakoitzarekin. Erabilitako Coughlanen ekuazioa ondorengoa da: $\ln(C_0) - \ln(C_t) = (AT/v + S) t$, non AT: aklaramendu-tasa den, v: ur bolumena, S: sedimentazio-tasa, C₀: hasierako partikula kopurua, C_t: t denboran dauden partikula kopurua eta t: denbora.

2.5. Tamainen estandarizazioa eta analisi estatistikoa

Ondorengo ekuazioaren bitartez adierazi ziren erlazio alometrikoak: $Y = a W^b$, non W animaliarene pisu lehor totala den, eta Y organo edo ehunaren pisu lehorra den. Erregresio linealen bitartez neurtu ziren proportzionaltasun-konstantea (a) eta masa-esponentea (b). Horretarako, Y eta W datuen logaritmoak erabili ziren: $\log(Y) = \log(a) + b \log(W)$. Kobariantza-analisia (ANCOVA) egin zen masa-esponentearen eta proportzionaltasun-konstantearen desberdintasun esangarria frogatzeko (Zar, 1984). Masa-esponentean desberdintasun esangarririk ez zegoenean, malda komun (b_c) bat kalkulatu zen eta proportzionaltasun-konstantea (a) egokitu zen. Horretarako, ondorengo ekuazioa erabili zen: $\log(a) = \log(Y) - b_c \log(W)$, non Y eta W batz besteko balioak diren eta W = pisu lehor totala den.

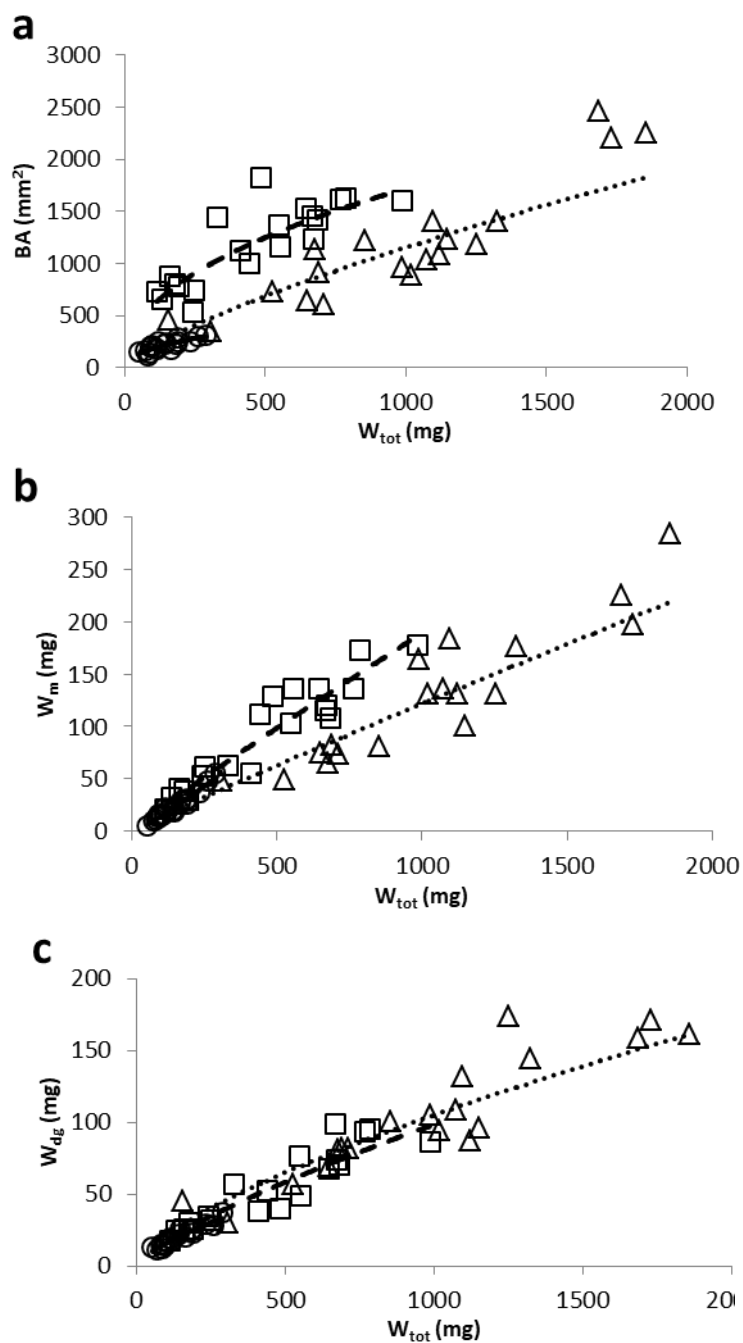
3. Emaitzak

3.1. Ekaineko laginketa

3a Irudian irudikatuta daude ekaineko laginketan jasotako espezieen brankia-azalerak (BA: mm^2) bakoitzaren pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) funtzioan. Ekuazio alometrikoaren parametroak eta kobariantza-analisiaren laburpena adierazten dira 1 Taulan. Kobariantza-analisiak adierazten du desberdina dela *O. edulis* espeziearen malda gainontzeko espezieen maldekiko (1 Taula). Ez zen desberdintasun esangarririk aurkitu *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen malden artean. Ostrek aurkeztu zuten maldarik handiena (1 Taula). Bestalde, esangarriak ziren hiru ebakitze-puntuaren arteko desberdintasunak. Ebakitze-puntu handiena *M. galloprovincialis* espezieak zuen, ondoren *C. edule* eta azkenik *O. edulis* (1 Taula).

3b Irudian azaltzen dira muskulu abduktoreen pisu lehorrak (W_m : mg) bakoitzaren pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) arabera irudikatuta. 1 Taulan adierazi dira ekuazio alometrikoen parametroak eta kobariantza-analisiaren laburpenak. Kobariantza-analisiaren arabera ez dago desberdintasun esanguratsurik malden artean eta malda komuna (0,996) kalkulatu zen. Bestalde, ebakitze-puntuetan desberdintasun esangarriak zeuden (1 Taula). *M. galloprovincialis* espezieak aurkeztu zuen ebakitze-puntu handiena eta *C. edule* espezieak txikiena. Ebakitze-puntuaren arteko desberdintasunak esan nahi du muskulu abduktorearen masa espezifikoa desberdina dela hiru espezie hauetan (pisu berdineko animalietan).

Digestio-guruinaren pisu lehorrak (W_{dg} : mg) 3c Irudian irudikatuta daude bakoitzari dagokion pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) funtzioan. Ekuazio alometrikoaren parametroak eta kobariantza-analisia laburtuta datoz 1 Taulan. Kobariantza-analisiaren arabera ez dago desberdintasun esanguratsurik malden artean eta malda komuna (0,718) kalkulatu zen (1 Taula). Ebakitze-puntuetan, ez ziren desberdintasun esanguratsurik aurkitu *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen artean eta *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieen artean.



3 Irudia. Udan egindako esperimentuetatik lortutako erlazio alometrikoak a) brankia-azalera (BA: mm²) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean; b) muskulu abduktorearen pisu lehor (W_m: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean; eta c) digestio-guruinaren pisu lehor (W_{dig}: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean, *C. edule* (borobilak eta marra jarraitua), *M. galloprovincialis* (karratuak eta marra etenak) eta *O. edulis* (hirukiak eta puntutxoak) espezieentzako.

1 Taula. Udako laginketatik lortutako erlazio alometrikoak brankia-azalera (BA: mm²) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean, muskulu abduktorearen pisu lehor (W_m: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean eta digestio-guruinaren pisu lehor (W_{dg}: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean, log(y) = b log(x) + log(a) espresioaren arabera.

$$\log(BA) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p
<i>C. edule</i>	19	43,65	0,462	0,676	0,001
<i>M. galloprovincialis</i>	20	71,03	0,461	0,715	0,001
<i>O. edulis</i>	19	13,19	0,747	0,774	0,001

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 4,19; df = 3,15; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 2,139; df = 2,032; p < 0,05. *M. galloprovincialis* vs *O. edulis*: q = 20,69; df = 2,03; p < 0,05.

$$\log(W_m) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p	a
<i>C. edule</i>	19	0,06	1,195	0,946	0,001	0,154
<i>M. galloprovincialis</i>	20	0,284	0,941	0,917	0,001	0,205
<i>O. edulis</i>	19	0,176	0,948	0,883	0,001	0,126

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 2,857; df = 3,15; p > 0,05. *Malda komuna* b_c = 0,996. Ebakitze-puntuak (a): FS = 30,44; df = 3,18; p < 0,05. *C. edule* vs *M. galloprovincialis*: q = 3,66; df = 2,005; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 2,0222; df = 2,005; p < 0,05. *M. galloprovincialis* vs *O. edulis*: q = 7,86; df = 2,005; p < 0,005.

$$\log(W_{dg}) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p	a
<i>C. edule</i>	19	0,679	0,687	0,906	0,001	0,585
<i>M. galloprovincialis</i>	20	0,541	0,753	0,884	0,001	0,668
<i>O. edulis</i>	19	0,891	0,691	0,813	0,001	0,741

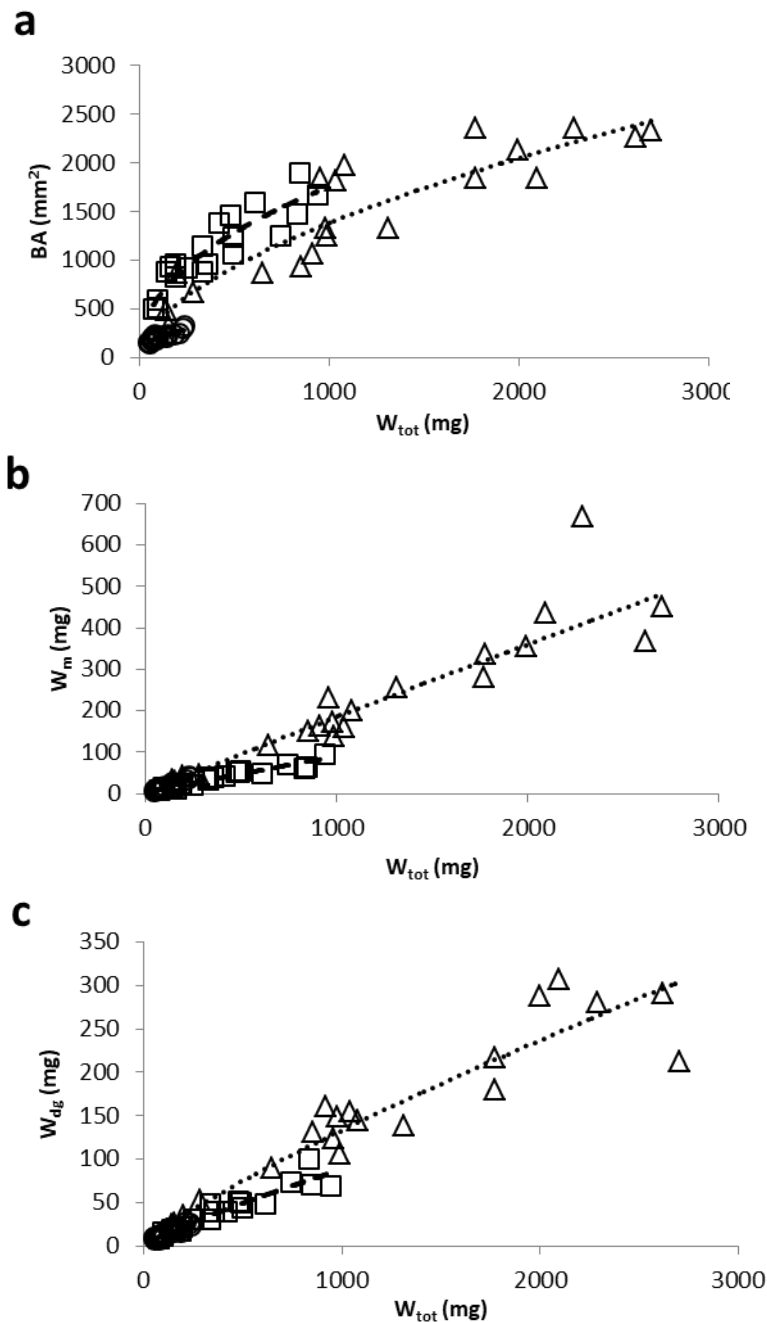
ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 0,314; df = 3,15; p > 0,05. *Malda komuna* b_c = 0,718. Ebakitze-puntuak (a): FS = 3,28; df = 3,18; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 2,775; df = 2,005; p < 0,05.

3.2. Otsaileko laginketa

4a Irudian irudikatuta daude otsaileko laginketan jasotako espezieen brankia-azalera (BA: mm²) bakoitzaren pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) funtzioan. Ekuazio alometrikoaren parametroak eta kobariantza-analisiaren laburpena adierazi dira 2 Taulan. Kobariantza-analisiaren arabera, desberdintasun esangarria dago soilik *C. edule* eta *O. edulis* espezieen malden artean (2 Taula). Ez zen desberdintasun esangaririk aurkitu *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen malden artean eta *C. edule* eta *O. edulis* espezieen malden artean. Ostren malda zen handiena. Hala ere, desberdinak ziren ebakitze-puntuak. Ebakitze-puntuen ordena handienetik txikienera ondorengo da: *M. galloprovincialis* > *C. edule* > *O. edulis* (2 Taula).

4b Irudian azaltzen dira muskulu abduktoreen pisu lehorrak (W_m: mg) bakoitzaren pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) arabera irudikatuta. 2 Taulan adierazi dira ekuazio alometrikoen parametroak eta kobariantza-analisiaren laburpenak. Kobariantza-analisiaren arabera ez dago desberdintasun esanguratsurik malden artean eta malda komuna (0,957) kalkulatu zen. Bestalde, ebakitze-puntuetan desberdintasun esangarriak zeuden (2 Taula). *O. edulis* espezieak zeukan ebakitze-punturik handiena eta *C. edule* espezieak txikiena.

Digestio-guruinaren pisu lehorrak (W_{dg} : mg) 4c Irudian irudikatuta daude bakoitzari dagokion pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) funtzioan. Ekuazio alometrikoaren parametroak eta kobariantza-analisia laburtuta datoz 2 Taulan. Kobariantza-analisiaren arabera ez dago desberdintasun esanguratsurik malden artean eta malda komuna (0,826) kalkulatu zen (2 Taula). Ebakitze-puntuei dagokienez, soilik *O. edulis* espeziearena zen desberdina, beraz, *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieentzako erregresio lineal komuna kalkulatu zen ebakitze-puntu komuna (0,247) izanik (2 Taula).



4 Irudia. Neguan egindako esperimenduetatik lortutako erlazio alometrikoak a) brankia-azalera (BA : mm^2) eta pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) artean; b) muskulu abduktorearen pisu lehor (W_m : mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) artean; eta c) digestio-guruinaren pisu lehor (W_{dg} : mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot} : mg) artean, *C. edule* (borobilak eta marra jarraitua), *M. galloprovincialis* (karratuak eta marra etenak) eta *O. edulis* (hirukiak eta puntutxoak) espezieentzako.

2 Taula. Neguko laginketatik lortutako erlazio alometrikoak brankia-azalera (BA: mm²) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean, muskulu abduktorearen pisu lehor (W_m: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean eta digestio-guruinaren pisu lehor (W_{dg}: mg) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) artean, log(y) = b log(x) + log(a) espresioaren arabera.

$$\log(BA) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p
<i>C. edule</i>	20	37,15	0,37	0,765	0,001
<i>M. galloprovincialis</i>	20	76,74	0,453	0,862	0,001
<i>O. edulis</i>	20	26,98	0,569	0,848	0,001

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 3,26; df = 3,15; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 2,16; df = 2,024; p < 0,05.

$$\log(W_m) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p	a
<i>C. edule</i>	20	0,141	1,014	0,899	0,001	0,183
<i>M. galloprovincialis</i>	20	0,151	0,924	0,944	0,001	0,127
<i>O. edulis</i>	20	0,237	0,964	0,961	0,001	0,248

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 0,446; df = 3,15; p > 0,05. *Maldak komuna* b_c = 0,957. Ebakitze-puntuak (a): FS = 66,33; df = 3,15; p < 0,05. *C. edule* vs *M. galloprovincialis*: q = 5,69; df = 2,003; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 3,41; df = 2,003; p < 0,05. *M. galloprovincialis* vs *O. edulis*: q = 10,46; df = 2,003; p < 0,005.

$$\log(W_{dg}) = b \log(W_{tot}) + \log(a)$$

Espezieak	n	a	b	r ²	p	a
<i>C. edule</i>	20	0,331	0,783	0,836	0,001	0,247
<i>M. galloprovincialis</i>	20	0,27	0,838	0,948	0,001	0,247
<i>O. edulis</i>	20	0,431	0,83	0,958	0,001	0,444

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 0,193; df = 3,15; p > 0,05. *Maldak komuna* b_c = 0,826. Ebakitze-puntuak (a): FS = 26,355; df = 3,15; p < 0,05. *C. edule* vs *O. edulis*: q = 5,95; df = 2,003; p < 0,05. *M. galloprovincialis* vs *O. edulis*: q = 7,07; df = 2,003; p < 0,05.

3.3. Urtaroen arteko erkaketa

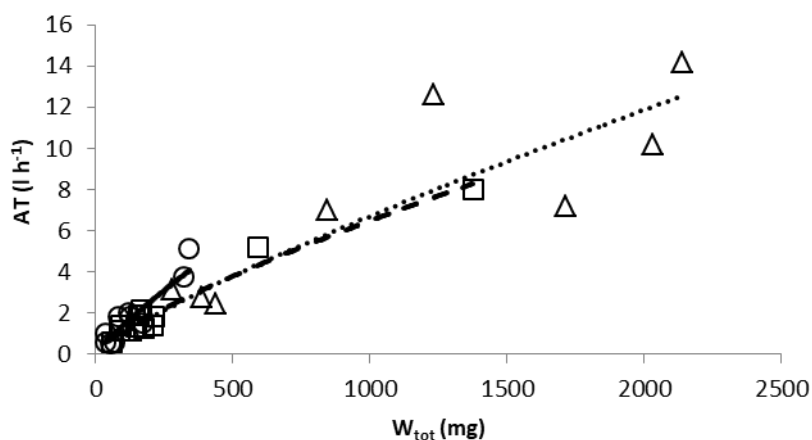
3 taulan adierazten dira 250 mg pisu lehor totala daukan animalia baten parametroak urtaro ezberdinetan. *C. edule* espezieak ekainean du brankia-azalera eta digestio-guruin handiagoa baina muskulu abduktorea konstante mantentzen da (3 Taula). *M. galloprovincialis* espezieari dagokionez, brankia-azalera ez dago desberdintasunik baina muskulu abduktorea eta digestio-guruina handiagoak dira ekainean. Azkenik, *O. edulis* espezieak brankia-azalera eta digestio-guruin txikiagoak ditu otsailean ekainean baino. Muskulu abduktorean ordea, ia ez dago diferentziarik bi urtaroen artean.

3 Taula. 250 mg pisu lehor totala duen animalia baten brankia-azalera (BA: mm²), muskulu abduktorearen pisu lehorra (W_m: mg) eta digestio-guruinaren pisu lehorra (W_{dg}: mg) urtaro ezberdinetan *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieetan.

Espezieak	Urtaroa	Neurtutako parametroak		
		BA (mm ²)	W _m (mg)	W _{dg} (mg)
<i>C. edule</i>	Ekaina	559,54	37,66	30,82
	Otsaila	286,55	36,08	23,63
<i>M. galloprovincialis</i>	Ekaina	905,5	50,16	35,2
	Otsaila	936,03	25,04	23,63
<i>O. edulis</i>	Ekaina	815,19	43,04	46,94
	Otsaila	624,4	46,73	41,23

3.4. Elikadura-esperimentuak

5 Irudian irudikatuta daude *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieen aklaramendutasak (AT: l h⁻¹) bakoitzaren pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) funtzioan. 4 Taulan adierazi dira ekuazio alometrikoen parametroak eta kobariantza-analisiaren laburpena. Kobariantza-analisiaren arabera, ez zeuden desberdintasun esangarririk malda eta ebakitze-puntuen artean. Hori dela eta, erregresio lineal komun bat kalkulatu zen hiru espezieen aklaramendutasentzako (3 Irudia). Malda komuna (0,818) zen eta ebakitze-puntu komuna (0,0264) zen (4 Taula).



5 Irudia. Otsaileko laginketatik lortutako aklaramendu-tasa (AT: l h⁻¹) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) arteko erlazio alometrikoa *C. edule* (borobilak eta marra jarraitua), *M. galloprovincialis* (karratuak eta marra etenak) eta *O. edulis* (hirukiak eta puntutxoak) espezieentzako.

4 Taula. Aklaramendu-tasa (AT: l h⁻¹) eta pisu lehor totalaren (W_{tot}: mg) arteko erlazio alometrikoak, $\log(y) = b \log(x) + \log(a)$ espresioaren arabera.

log(AT) = b log(W _{tot}) + log a					
Espezieak	n	a	b	r ²	p
<i>C. edule</i>	10	0,026	0,867	0,775	0,001
<i>M. galloprovincialis</i>	12	0,031	0,772	0,8943	0,001
<i>O. edulis</i>	9	0,022	0,826	0,89	0,001

ANCOVA: desberdintasun esangarriak frogatzeko. Maldak (b): FS = 0,147; df = 3,4; p > 0,05. *Malda komuna* b_c = 0,818. Ebakitze-puntuak (a): FS = 0,0015; df = 3,37; p > 0,05. *Ebakitze-puntu komuna* a_c = 0,0264.

4. Eztabaida

4.1. Organoen tamainaren alometria eta pisu espezifikoa

Bibalbioen inguruan egindako ikerketa ugari daude eta orokorrean brankia-azalera eta gorputz-tamainaren arteko erlazioan 2/3 erregela betetzen da. Hain zuzen ere, muskuilu eta margolekin egindako zenbait lanetan ikusi da brankia-azalera eta pisu totalaren arteko erlazioan masa-esponentea 0,80 eta 0,62 bitartekoa dela (Hawkins *et al.*, 1990; Ibarrola *et al.*, 2008; Ibarrola *et al.*, 2012). Lan honetan brankia-azalerarentzako lortu diren masa-esponenteak 0,37 eta 0,747 bitartekoak izan dira. Balio baxuenak asko aldentzen dira lan horietan lortutako balioetatik, baina beste batzuk tarte horren barruan daude. Lan gehienetan, genero bereko espezieak edo animalia mota bereko espezieak erkatu dira eta orokorrean ez dira desberdintasun esangarririk ikusi (Ibarrola *et al.*, 2012). Lan honetan ordea, *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieak erkatu dira eta desberdintasun esangarriak aurkitu dira brankia-azalaren masa-esponenteen artean. Udako laginketatik lortutako datuak kontuan hartuta, brankia-azalaren masa-esponenteak desberdinak ziren (1 Taula). *O. edulis* espeziearen masa-esponentea 0,747 zen eta *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espeziearenak 0,46 ingurukoak ziren, azken bi horien artean desberdintasun esangarririk egon gabe. Neguko laginketan, soilik *C. edule* eta *O. edulis* espezieen artean zegoen desberdintasun esangarria (2 Taula). Berriz ere *O. edulis* espezieak aurkeztu zuen masa-esponente (0,569) handiena. Ondoren *M. galloprovincialis* espezieak zuen masa-esponente (0,453) handiena eta azkenik *C. edule* espezieak txikiena (0,37). Aipatzekoa da, hiru bibalbio espezie hauek oso desberdinak direla itxura zein bizimoduaren aldetik, eta ondorioz, beraien brankiak proportzio desberdinarekin hazi daitezke animalia handitzen doan bitartean. Esan beharra dago, metodologia-akats baten ondorioa izan zitekeela desberdintasun hori (soilik *C. edule* espeziearen brankiak moztu ziren), baina ez ziren desberdintasun esangarririk aurkitu *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen masa-esponenteen artean brankia-azalerentzako udako zein neguko laginketan. Beraz, esan dezakegu desberdintasun hori ez dela metodologia-akats baten ondorioz gertatu. Lortutako datuak ikusi ondoren, *O. edulis* espeziean proportzio handiagoarekin hazten dira brankiak animaliak handituz doazen bitartean.

Muskulu abduktoreari dagokionez, udako laginketan ez zen desberdintasun esangarririk aurkitu hiru espezieen malden artean eta masa-esponente komuna (0,996) kalkulatu zen. Neguko laginketan gauza berdina behatu zen eta masa-esponente komuna (0,957) kalkulatu zen hiru espezieen muskulu abduktorearentzako. *M. galloprovincialis* espeziearekin egindako beste lan batean ikusi zen muskulu abduktoreak 0,962ko masa-esponentea zuela (Babarro &

Fernández, 2006). Beraz, bat datoz bi lanetan lortutako datuak. Brankia-azalerarekin gertatu ez den bezala, muskulu abduktoreak erlazio isometrikoa du pisu totalarekiko. Honek esan nahi du, muskulu abduktorea proportzio konstantean handitzen dela animalia handitzen den bitartean. Gainera, proportzio hori berdina da azertu diren hiru espezieetan.

Digestio-guruinaren pisu eta pisu totalaren arteko erlazioan, ez ziren desberdintasun esangarririk aurkitu masa-esponenteen artean. Udako laginketan hiru espezieentzako 0,718ko masa-esponente komuna kalkulatu zen. Neguko laginketan aldiz, 0,826ko masa-esponente komuna kalkulatu zen. Bibalbioen inguruan egin diren beste lan batzuetan, ondorengo masa-esponenteak lortu ziren digestio-guruinaren pisua eta pisu totalaren artean: 0,91 (Babarro & Fernández, 2006), 0,81 (Fernández *et al.*, 2005), 0,82 (Ibarrola *et al.*, 2008) eta 0,73 eta 0,92 (Labarta *et al.*, 2002). Esan daiteke lan honetako balioak bat datozela lan horietan lortutakoekin. Kasu honetan, digestio-guruinaren pisua eta pisu totalaren arteko erlazioa ez da guztiz isometrikoa. Beraz, animalia zenbat eta handiagoa izan orduan eta pisu gutxiago izango du digestio-guruinak pisu totalaren gramo bakoitzerako. Muskulu abduktorearekin gertatzen den bezala, digestio-guruina proportzio berean hazten da *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieetan.

Espezieen artean desberdinak direnean organo baten ebakitze-puntu (a) edo proportzionaltasun-konstantea, organo horren tamaina erlatiboa desberdina izango da espezie horien artean. Udako laginketan lortutako datuak ikusita, brankia-azalaren ebakitze-puntuak desberdinak dira eta ondorioz, hori espezieen brankien tamaina erlatiboak desberdinak izango dira. 3 Taulan ikusi daitekeen bezala, 250 mg pisu lehor totala duten aleetan *M. galloprovincialis* espezieak du brankia-azalera handiena 905,5 mm²rekin, ondoren *O. edulis* espezieak 815,19 mm²rekin eta txikiena *C. edule* espezieak du 559,54 mm²rekin. Aldea oso handia da, *M. galloprovincialis* espezieak *C. edule* espezieak baino ia %50 handiagoa du brankia-azalera. Neguko laginketan, diferentzia hori handiagoa da, non *M. galloprovincialis* espezieak *C. edule* espezieak baino hiru aldiz handiago du brankia-azalera. *O. edulis* espeziea bien artean egoten jarraitzen du *M. galloprovincialis* espezieetik nahiko gertu egonik. Datu horiek kontuan hartuta, argi dago *M. galloprovincialis* espezieak daukala brankia erlatiboki handiena eta *C. edule* espezieak txikiena.

Muskulu abduktorean, ebakitze-puntuen artean desberdintasun esangarriak aurkitu ziren udako zein neguko laginketetan. Hala ere, orokorrean muskulu-abduktorearen tamaina erlatiboak ez ziren hain desberdinak izan espezieen artean. Udako laginketako datuei erreparatuz, *M. galloprovincialis* espezieak aurkeztu zuen muskulurik handiena 50,16 mg pisu lehorrarekin, ondoren *O. edulis* espezieak 43,04 mg pisu lehorrarekin eta azkenik *C. edule* espezieak 37,66 mg pisu lehorrarekin (3 Taula).

Udako laginketari dagokionez, desberdintasun esangarriak aurkitu ziren digestio-guruinaren masa espezifikoen artean. Neguko laginketan ordea, *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen artean ez zegoen desberdintasunik, soilik *O. edulis* espeziearen ebakitze-puntua zen desberdina. Hala ere, organo honen tamaina erlatiboa kontuan hartzen badugu, bi urte-sasoietan *O. edulis* espezieak zeukan digestio-guruin handiena 250 mg pisu lehor totalarentzako eta ia ez zegoen diferentziarik *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieen artean

(3 Taula). Beraz, ondorioztatu dezakegu *O. edulis* espezieak *C. edule* eta *M. galloprovincialis* espezieek baino digestio-guruina erlatiboki handiagoa duela.

4.2. Urtaroen arteko erkaketa intraespezifikoa

Elikagai, oxigeno eta tenperaturarekin zerikusia daukaten aldagaietan gertatzen diren aldaketen ondorioz, bibalbioen fisiologia eta hazkuntza-tasa desberdinak dira urte sasoiaren arabera (Ibarrola *et al.*, 2008). Orokorrean, udazken eta neguko hilabeteetan txikiagoak dira hazkuntza-tasak, udaberri eta udako hilabeteetan handiagoak diren bitartean (Urrutia *et al.*, 1999). Lan honetan urte-sasoiaren arteko desberdintasunak ere aztertu dira espezie mailan. Brankia-azalerari dagokionez, 250 mg pisu lehor totala daukan *C. edule* ale batek 559,54 mm² ditu udan eta 286,55 mm² neguan (3 Taula). Aldea oso handia da, brankia-azalera bikoiztu egiten baita udan. Ostrekin egindako lan batean argi ikusi zen brankia-azalera aldaketa handiak gertatzen zirela urte-sasoiaren zehar (Honkoop *et al.*, 2003). Beraz, ez da harritzekoa margoletan ere diferentzia nabaria egotea uda eta neguaren artean. *M. galloprovincialis* espeziearen ordea, ez zen desberdintasunik behatu: 250 mg pisu lehor totalerako 905,5 mm²ko brankia-azalera udan eta 936,03 mm² neguan. *O. edulis* espeziearen beherakada antzeman zen neguan: udako laginketan 815,19 mm² zituen eta neguan 624,6 mm². *O. edulis* espeziearen kasuan beherakada ez da *C. edule* espeziearen bezain handia baina aldea nabarmena da. Beraz, esan daiteke *C. edule* eta *O. edulis* espezieek malgutasuna daukatela brankia-azalera urte-sasoiaren zehar.

Muskulu abduktorearekin jarraituz, soilik *M. galloprovincialis* espezieak azaldu zuen desberdintasuna urtaroen artean: 250 mg pisu lehor totalerako, muskulu abduktoreak 50,16 mg lehor pisatzen zuen udan eta 25,04 mg lehor neguan (3 Taula). *C. edule* espeziearen muskulu-abduktoreak udan 37,66 mg lehor pisatzen zuen eta neguan 36,08 mg. *O. edulis* espezieak 43,04 mg lehorreko muskulu abduktorea zeukan udan eta 46,73 mg lehorrekoa neguan. Datu horiek kontuan hartuta, bakarrik *M. galloprovincialis* espeziearen aldatzen da muskulu abduktorearen tamaina urte-sasoiaren artean. Gainera, esan beharra dago aldea oso handia dela, izan ere, udan neguan baino %50 handiagoa da.

Bibalbioen digestio-guruinaren inguruan egindako zenbait lanetan ikusi da zenbait entzimen kontzentrazioa eta aktibitatea aldatu egiten dela urte-sasoiaren zehar (Ibarrola *et al.*, 1998). Gainera, digestio-guruinaren tamaina ere aldakorra da urtearen zehar: udaberri eta uda inguruan neurtu ziren digestio-guruin handienak (Ibarrola *et al.*, 2008). Lan honetan ere, udako laginketatik lortutako digestio-guruinak neguko laginketatik lortutakoak baino handiagoak ziren. 250 mg pisu lehor totala duten alez mintzatuz, *C. edule* espezieak 30,82 mg lehorreko digestio-guruina zuen udan eta 23,63 mg lehorrekoa neguan, *M. galloprovincialis* espezieak 35,2 mg lehor udan eta 23,63 mg lehor neguan, eta *O. edulis* espezieak 46,94 mg lehor udan eta 41,23 mg lehor neguan. Argi dago hiru espezieen digestio-guruinak handiagoak direla udan neguan baino. Seguruenik, udan ekoizpen primarioa handiagoa denez eta elikagaiak ugariagoak direnez, elikagai gehiago harrapatzeko aukera izango dute. Ondorioz, elikagai gehiago metatu beharko dute eta horretarako ezinbestekoa da digestio-guruinaren tamaina handitzea.

4.3. Elikadura-esperimentuak

Azkenik, *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieen elikadurak aztertu dira otsaileko laginketatik lortutako aleekin egindako esperimentuetan. Aklaramendu-tasaren datuei erreparatu, ez zen desberdintasun esangarririk aurkitu hiru espezieen malda eta ebakitzepuntuen artean. Horregatik, masa-esponente komuna (0,818) eta proportzionaltasun-konstantea komuna (0,0264) kalkulatu ziren. Coughlanen metodoa erabili zuten beste lan batzuetan ikusi zen, zenbait bibalbio espezieetan aklaramendu-tasaren masa-esponentea 0,73 eta 0,88 bitartekoa zela (Kryger & Riisgard, 1988; Riisgard, 1988). Dударik gabe bat datoz lan honetan lortutako balioak aurrez aipatutako esperimentuetan lortutakoekin. 4 Taulako datuak kontuan hartuta, 250 mg pisu lehor totala duten animaliek 2,42 litro ur aklaratzeko dute ordu batean. Baina brankia-azalarekin egindako esperimentuetan ikusi den bezala, espezie bakoitzak erlatiboki brankia-azalera desberdina dauka. Ur bolumen berdina brankia-azalera ezberdinetik pasatzen bada, espezie bakoitzak aklaratzeko abiadura edo efizientzia desberdina izango du. Ondorengo taulan adierazten dira *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieen aklaramendu-tasaren efizientziak (5. Taula). Argi ikusten da *C. edule* espezieak daukala efizientziarik (8,43 ml/h mm²) handiena, hau da, brankia-unitate batetik ur-bolumen gehiago iragazten du denbora berdinean. Gainera, aldea oso handia da: *C. edule* espezieak *O. edulis* espezieak baino %54,09 efizientzia handiagoa du eta *M. galloprovincialis* espezieak baino %69,39 handiagoa. *M. galloprovincialis* espeziearen efizientzia 2,58 ml/h mm²koa zen eta *O. edulis* espeziearena 3,87 ml/h mm²koa, beraz, bien arteko aldea ez da hain handia.

Gorputzaren tamainak metabolismo-tasan duen eragina aztertzerakoan, animalia geroz eta txikiagoa denean bere metabolismo-tasa erlatiboa handiagoa da (Martin & Palumbi, 1993). Gainera, erregela hori unibertsala da, hau da, animalia mota guztietan betetzen da (Kleiber, 1932). *C. edule* espezieak lortu dezakeen tamaina maximoa *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieek lortu dezaketena baino askoz txikiagoa da. Aurrez aipatutako erregela aplikatzen badugu, *C. edule* espezieak beste bi espezieek baino metabolismo-tasa erlatibo handiagoa izango du. Beraz, tamaina berdineko animalietan *C. edule* espezieak izango du metabolismo-tasa handiagoa. Metabolismo-tasa handiago bat asetzeko energia iturri handiago bat behar da, hau da, elikagai gehiago lortu eta prozesatu behar da (Brett & Groves, 1979). Hau guztia kontuan hartuta, ez da harritzekoa *C. edule* espeziearen aklaramendu-tasaren efizientzia askoz handiagoa izatea, elikagai gehiago lortu behar duelako bere metabolismo erlatibo altuagoa asetzeko.

5 Taula. Aklaramendu-tasaren efizientzia (Efizientzia: ml/ h mm²) 250 mg pisu lehor totala duen animalian *C. edule*, *M. galloprovincialis* eta *O. edulis* espezieetan.

Espeziea	Efizientzia (ml/h mm ²)
<i>C. edule</i>	8,43
<i>M. galloprovincialis</i>	2,58
<i>O. edulis</i>	3,87

5. Ondorioak

Aurretik azaldu den guztia kontuan hartuta, argi dago bizileku desberdinetara moldatuta egoteak eragina duela elikagaiaren lorpena eta prozesamenduarekin zerikusia daukaten zenbait organoen tamaina erlatiboan.

Lehenengo hipotesiari dagokionez, harritzekoa dirudien arren desberdinak dira hiru espezieen brankia-azalaren masa-esponenteak: *O. edulis* espeziearena gainontzekoetatik desberdina eta handiena da. Ebakitze-puntuakin jarraituz, espero zen bezala desberdinak dira organo guztien ebakitze-puntuak hiru espezieen artean. Urte-sasoien arteko erkaketetan ere, pentsatzen genuen bezala desberdinak dira zenbait organoen tamaina erlatiboak espezie mailan. Hala ere, urtaro-aldaketa horiek ez dira organo guztietan gertatzen eta ez dira modu berean behatu hiru espezieetan. Azkenik, aklaramendu-tasak ez dira proportzionalak brankia-azalerarekiko, izan ere, hiru espezieen brankien tamaina erlatiboa oso desberdina izanik ikusi da aklaramendu-tasak berdinak direla eta ondorioz efizientziak desberdinak dira: *C. edule* espeziearen aklaramendu-efizientzia edo abiadura beste bi espezieena baino askoz handiagoa da.

Bibliografia

Babarro, J.M.F. & Fernández, M.J., 2006. Variability of taurine concentrations in *Mytilus galloprovincialis* as a function of body size and specific tissue. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 145: 94–100.

Barillé, L., Haure, J., Cognie, B., Leroy, A., 2000. Variations in pallial organs and eulatero-frontal cirri in response to high particulate matter concentrations in the oyster *Crassostrea gigas*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 837–843.

Bode, A. & Varela, M., 1998. Primary production and phytoplankton in three Galician Rias Altas (NW Spain): seasonal and spatial variability. *SCI. MAR.* 62 (4): 319-330.

Brett, J.R. & Groves, T.D.D., 1979. Physiological energetics. *Fish physiology*. Vol. VIII: 280-344.
Coughlan, J., 1969. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. *Mar. Biol.* 2: 356-358.

Fernandez-Reiriz, M.J., Navarro, J.M., Labarta, U., 2005. Enzymatic and feeding behaviour of *Argopecten purpuratus* under variation in salinity and food supply. *Comp. Biochem. Physiol. A* 141 (2): 153–163.

Hawkins, A.J.S., Navarro, E., Iglesias, J.I.P., 1990. Comparative allometries of gut-passage time, gut content and metabolic fecal loss in *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule*. *Mar. Biol.* 105 (2): 197–204.

Honkoop, P.J.C., Bayne, B.L., Drent, J., 2003. Flexibility of size of gills and palps in the Sydney rock oyster *Saccostrea glomerata* (Gould, 1850) and the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 282: 113–133.

Ibarrola, I., Arambalza, U., Navarro, J.M., Urrutia, M.B., Navarro, E., 2012. Allometric relationships in feeding and digestion in the Chilean mytilids *Mytilus chilensis* (Hupé), *Choromytilus chorus* (Molina) and *Aulacomya ater* (Molina): A comparative study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 426–427.

Ibarrola, I., Larretxea, X., Iglesias, J.I.P., Urrutia, M.B., Navarro, E., 1998. Seasonal variation of digestive enzyme activities in the digestive gland and the crystalline style of the common cockle *Cerastoderma edule*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 121: 25–34.

Ibarrola, I., Larretxea, X., Navarro, E., Iglesias, J., Urrutia, M.B., 2008. Effects of body-size and season on digestive organ size and the energy balance of cockles fed with a constant diet of phytoplankton. *J. Comp. Physiol. B* 178 (4): 501–514.

Kleiber, M., 1932. Body size and metabolism. *Hilgardia*. 6: 315–351.

Kryger, J. & Riisgard, H.U., 1988. Filtration rate capacities in 6 species of European freshwater bivalves. *Oecologia*. 77: 34-38.

Labarta, U., Fernández-Reiriz, M., Navarro, J., Velasco, A., 2002. Enzymatic digestive activity in epifaunal (*Mytilus chilensis*) and infaunal (*Mulinia edulis*) bivalves in response to changes in food regimes in a natural environment. *Mar. Biol.* 140 (4): 669–676.

Martin, A.P. & Palumbi, S.R., 1993. Body size, metabolic rate, generation time, and the molecular clock. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 90: 4087-4091.

Riisgard, H.U., 1988. Efficiency of particle retention and filtration rate in 6 species of Northeast American bivalves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 45: 217-223.

Urrutia, M.B., Ibarrola, I., Navarro, E., Iglesias J.I.P., 1999. Time-course of digestive-enzyme acclimation in the cockle *Cerastoderma edule*. *Mar. Biol.* 135: 45–56.

Winkel, E.H. & Davids, C., 1982. Food selection by *Dreissena polymorpha* Pallas (Mollusca: Bivalvia). *Freshwater Biology*. 12: 553-558.

Zar, J.H., 1984. *Bioestatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood. 4th ed.