

Pirinioetako iboi edo lakuen ekologia

Textua eta argazkiak: **Arturo Elosegi**



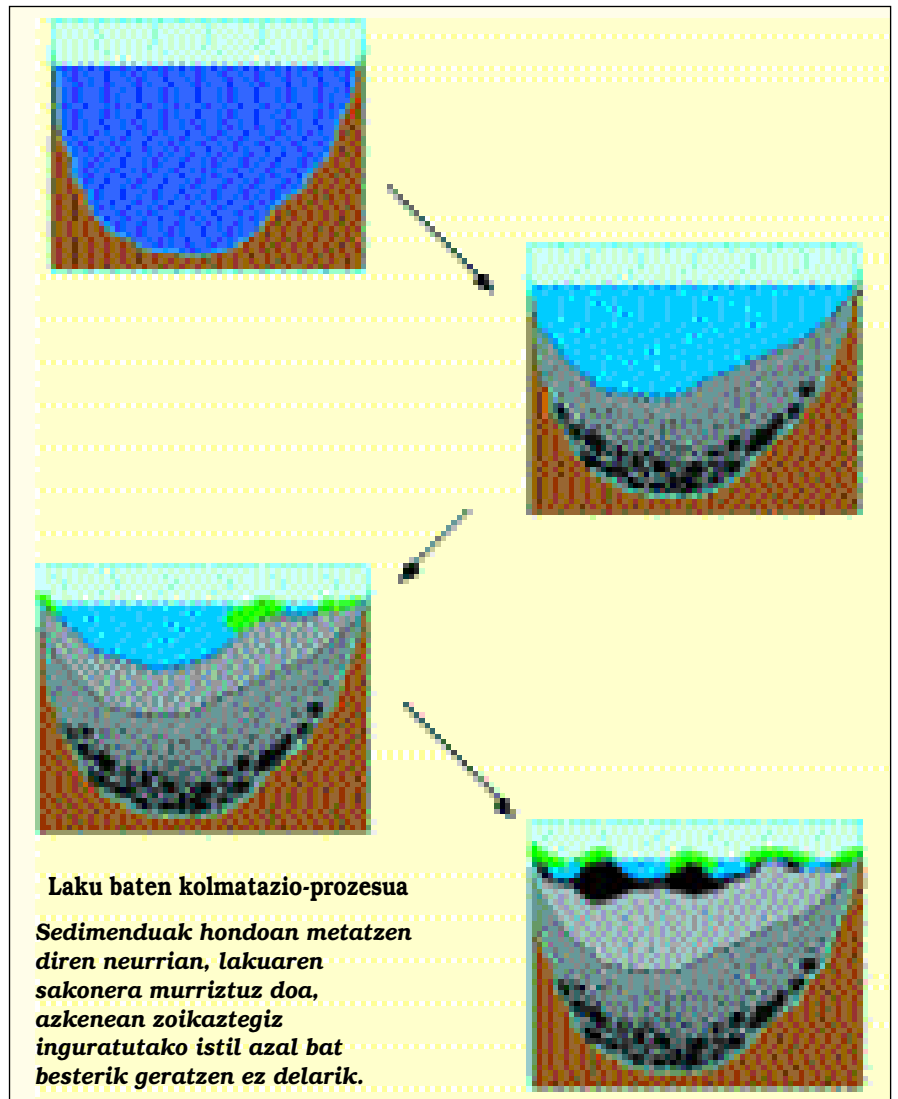
Munduko goimendi gehienetan bezalaxe, Pirinioetako paisajearen ezaugarri nabarmenatariko bat lakuak edo iboiak dira. Mendikatea honetan, hain zuzen, 1.000 lakutik gora daude (kolore, forma eta ur-mota desberdinetakoak) ezaugarri hauek iboiaren propietate fisiko eta biologiko garrantzitsuak isladatzen dituztelarik. Limnologia ur-masa kontinentalen (erreka, ibai, laku, idoi, istil, zoikaztegi, eta abar luze baten) ekologia aztertzeaz arduratzen den zientzia da, eta oraindik iboiak erabat ikertuta ez badaude ere, ikus dezagun sistema hauen ezaugarri nagusiak zeintzuk diren.

Iboien jatorria, ezaugarriak eta bilakaera

Lakuak oso prozesu desberdinen bidez sor daitezkeen arren, Pirinioetako iboi gehienek glaziare-jatorria dute. Azken izotz-aroko glaziareek eragindako higaduraren ondorioz sortutako sakonunetan, substratua iragazkaitza deneko lekuetan, ura metatu eta lakuak eratu dira. Iboiak, beraz, gazteak dira: zaharrenek 40.000 urte besterik ez dituzte, gehienek 10.000, eta altuenek are gutxiago. Pirinioen iparraldean glaziazioek eragin handiagoa izan zuten (hotz handiagoa egiteaz gain, prezipitazioak ere altuagoak baitziren), isurialde horretan iboiak ugariago dira, eta ehun bat metro beherago iristen dira. Edozein motatako litologiako lekuetan aurki badaitezke ere, iboi-dentsitate altueneko eskualdeak (Néouville, Aran, Pallars, etab.) substratu granitikoko eremuetan daude batez ere; material gogor eta iragazkaitzetan, hain zuzen.

Lakuaren aroko litologia silizeo eta disolbagaitzak bere mugak ezartzen dizkie bertako komunitateei. Uren *alkalinitatea* (edo pHa tanponatzeko gaitasuna) oso baxua da, eta pHa asko alda daiteke, bai bizidunen eraginez, eta bai euri azidoaren kausaz ere. Izan ere, karrietatik datorren karbonatua baita uretako pHa tanponatzen duen elementu nagusia, eta euri azidoei aurre egiten laguntzen duena. Horrez gain, iboiak oso *oligotrofikoak* izan daitezke (oso elikagai-kontzentrazio baxukoak), eta ondorioz, komunitate txiroak dituzte. Kontutan hartu behar dugu, gainera, goimendietan lurzoruak meheak eta gutxi garatutakoak direla. Lurzorua, bizidunentzat ezinbestekoa den nitrogenoaren finkapen-leku garrantzitsua izateaz gain fosforo, magnesio eta beste hainbat elementuren metaleku nagusi ere badenez, lurzoru meheko haranetan, lakuak ere txiroak dira.

Arroko sedimentuak lakuetan biltzen direnez, sistema hauek kolmatatzeko joera dute: denboraren poderioz, gero eta azalago bilakutzen dira, eta zoikaztegi zein zingirak ematen dituzte klima nahikoa hezea eta hotza bada, azkenik desagertu egingo direlarik. Ondorioz, ez dago glaziare-jatorrizko oso laku zaharrik. Badaude, noski, milioika



urte dituzten lakuak substratua hondoratzen den lekuetan (Baikal lakua, Afrikako Rift Haraneko laku handiak, etab.), baina hauen jatorria oso bestelakoa da. Lakuak kolmatatzearekin batera, bertako komunitateak, lakuaren ekoizpena eta beste hainbat ezaugarri aldatuko dira.

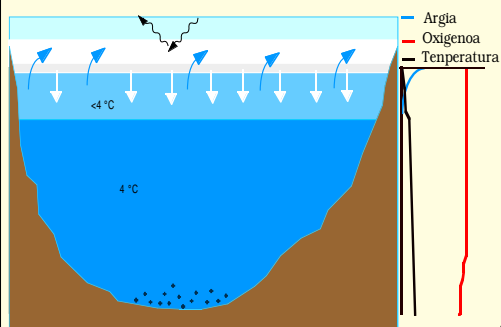
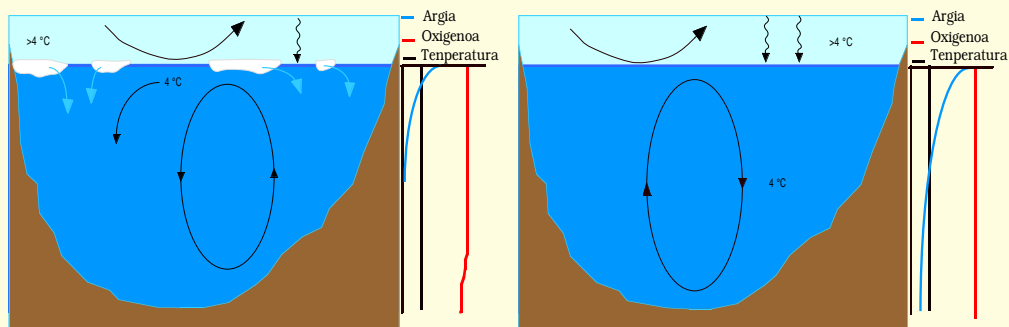
Iboien dinamika

Erreken aldean lakuek itxura estatiko eta barea izan arren, urtean zehar turbulenzia eta ur-mugimendu bortitzeko faseak dituzte. Ziklo hidrodinamiko honek, bestalde, berebiziko eragina du bertako bizidunengan. Ikus dezagun, lehenik, iboi handi batek urtean zehar dituen aldaketan segida zein den.

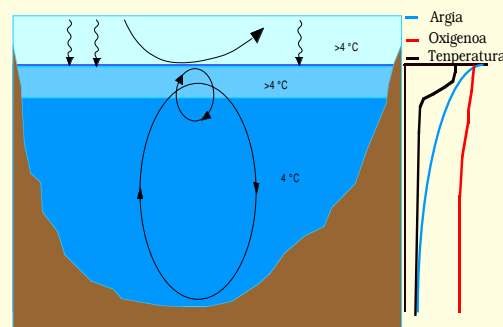
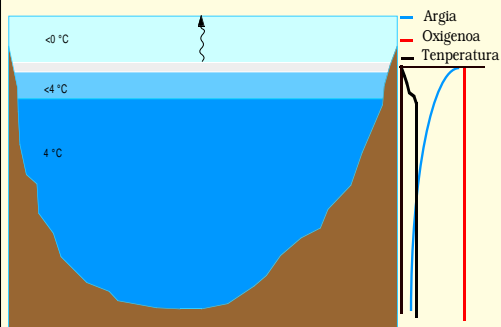
Iboi sakonetan, udaberrian (ekainean) ur guztia 4 °C-tan agertzen da, eta lakua ongi nahasita gogor ohi da: baldintza fisiko-kimiko

berdintsuak izango dira ur-zutabe osoan (urak dentsitate altuena 4 °C-tan duenez, tenperatura horretan dagoen ur-masak hondoratzeko joera du). Uda iritsitakoan, eguzkitapena emendatu egiten da, eta airearen tenperatura nabariki igo-tzen. Ondorioz, ur-azala berotu egiten da, bere dentsitatea jaitsi, eta beheko ur-masa hotzaren gainean "flotatzen" hasiko da. Prozesu hau, gainera, gero eta azkarragoa izanen da; zenbat eta tenperatura-desberdintasun handiagoa izan, hainbat eta gutxiago nahasiko baitira goiko eta beheko ur-masak. Uztailaren bukaerarako, 20-25 m-ko sakonera-tenperaturaren (eta dentsitate-aren) gradiente bertikal gogorra ikusi ahal izaten da: goialdean (*epilimnion*a deritzon geruzan) ura 12 °C-ra iritsi badaiteke, behealdean (*hipolimnion*a) 4 °C ingurutan mantentzen da urte osoan zehar. Gradiente horri *termoklina* deritzo. Banaketa hau dela medio, hipolimnion-a atmosferatik isolatuta gera-

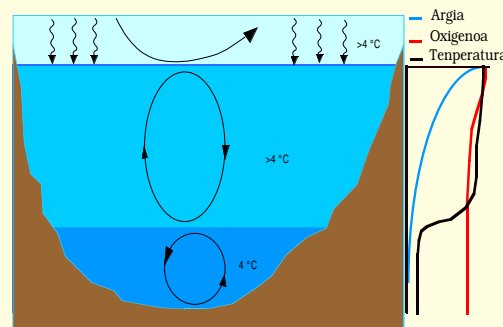
UDABERRIA



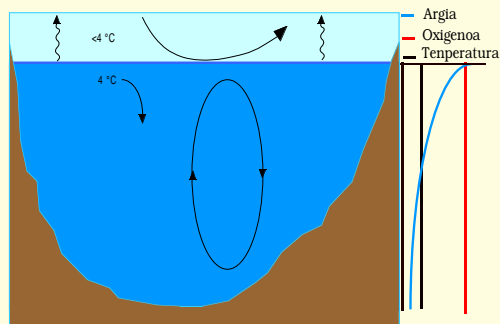
NEGUA



UDA



UDAZKENA



Iboi sakon baten ziklo hidrologikoa

Urtean bi aldiz nahasten da ura: udaberrian eta udazkenean. Neguan eta udan ur-zutabea geruzatuta agertzen da, tenperatura-desberdintasunak direla eta.

tzen da, eta bi ur-masa hauen ezaugarriak pixkanaka aldatzen joango dira: goiko geruzan planktona ugaltu egingo da, oxigeno-kontzentrazioa altua izango da, elikagai-kontzentrazioa murriztu egingo da, ... behekoan, berriz, oxigeno-kontzentrazioak behera egingo du,

oxigeno-trukaketak galarazten direlarik.

Udazkenean (urritik abendura) airearen tenperatura asko jaisten da, ondorioz ur-azala 4 °C-raino hoztu eta hondoratu egiten delarik. Horrek, haize handien laguntzaz ur-zutabe osoa nahastu, eta termokli-

na ezabatu egiten du. Negua iristen denean lakuaren azala izoztu egingo da, eta tenperatura-gradiente inbertsoa edukiko dugu: ur-azala 0 °C inguruan, eta hortik beherako ura 4 °C-tan. 30-40 cm-raino irits daitekeen izotz-geruza horren lehen ondorioa, haizearen eragina eragozte da,

ura bare-bare geratuko delarik. Ne-
guak aurrera egin ahala, 2 m ingu-
ruko elur-geruzak izotza estaliko du,
eta ondorioz bero-galera murriztu
egingoenez, izotza ez da asko lodi-
tuko. Pirinioetan negua nahikoa
luzea da, eta horrek ekoizpen prima-
rioa (fotosintesia) mugatu egiten du;
argirik ez baita kasik uretara iristen.

Udaberrian berriz, izotza urtzen
denean, ur-azala 4 °C-raino berotu-
ko da, hondoratu, eta urteko biga-
rren nahastea gertatuko da. Elur-
masa handi horiek (kontutan har-
tu urte osoko prezipitazioaren erdia
neguko elurretan eror daitekeela)
urtzeak badu bestelako eraginik
ere: jadanik nahikoa eskas ziren
elikagaiak diluitu egiten ditu,
planktonarentzat are eta eskura-
gaitzago bihurtuz. Neguan zenbat
eta elur gehiago pilatu, orduan eta
beranduago urtuko da lakua, eta
ondorioz, denbora gutxiago edukiko
dute bizidunek garatzeko. Horren
ondorioz, eta nekazarien esaera
zaharra hemen oker dago, iboietan
negu elurtsuak segidan uda txiroak
izaten dituela baieztatu daiteke. Uda-
berriko nahastearekin, bestalde,
lakuak oxigenoa hartzen du atmos-
feratik, eta espezie askoren ugalketa-
sasoia hasiko da.

Orain arte ikusi dugun zikloari
jarraiki urak urtean bitan (udabe-
rrian eta udazkenean) nahasten di-
tuzten lakuak *dimiktikoak* direla
esaten da. Eskema hau, noski, la-
kuaren formaren, orientazioaren,
eta batez ere sakoneraren arabera
aldatzen da. Eguterako lakuak
gehiago berotzen dira, eta ondorioz
termoklina sakonago eta egonko-
rragoa edukiko dute, oso haizete
bortitzek soilik hautsiko dutelarik.
Sakonera txikiko iboietan berriz,
ur-zutabe osoa berotzen da, eta ez
dago bi geruzen bereizketarik; sor-
daitezkeen desberdintasun txikiak
haize-bolada arinek ere ezaba baiti-
tzakete. Hauei laku *polimiktiko*
deritze; urtean zehar hainbat aldi-
tan nahasten baita.

Lakuen kolmatazioak dakarren
bilakaerak, beraz, laku dimiktiko
sakon batetik, laku polimiktiko
mehera garamatza, eta azkenik,
zoikaztegi-itxurako hezegunera.
Bilakaera horrekin batera, iboien
egoera trofikoak ere aldatzen da.
Izan ere, hondoan metatutako eli-
kagaiak, urak nahastuta igo egiten
dira, horrela laku polimiktikoek
eutrofitiko (elikagai askokoak) izate-
ko joera dutelarik.



Neguaeren hasiera (oraindik ez da elurrik metatu).



Zirkuko laku tipikoa: Tebarray-ko iboia (Huescako Pirinioa).

Iboien sailkapena

Iboiak sailkatzeko, irizpide des-
berdinak har ditzakegu kontu-
tan. Kokapenaren arabera, esate
baterako, iboiak bi taldetan sailka
daitezke. Batetik, *zirkuko lakuak*,
altitude handietakoak, elur ugari
metatzen deneko zirkuetan sor-
tuak, zirkularrak eta nahikoa sako-
nak izan ohi dira. Bestetik, glazia-
reen eraginez, bai hondeaketa han-
diegiaren ondorioz, bai aurreko
morrenaren kausaz sorturiko *hara-
neko lakuak* ditugu, luzeagoak izan
ohi direlarik.

Lakuaren morfometrian oinarri-
tuz gero, berriz, ondoko iboi-motak
bereiz daitezke:

- Iboi handi eta sakonak (>15 hm³,
>30 m). Laku hauetan, uraren irau-
penaldia bi urtetik gorakoa izan ohi
da, ondorioz laku barneko proze-
suek neurri handi batean uren
ezaugarriak kontrolatzen dituz-
telarik. Laku dimiktikoak izan ohi
dira, eta ongi oxigenatuta agertzen
dira urtean zehar. Ertz malkar-
tsuak dituztelako, ez dago landare-
gerrikorik. Bentosa (sedimentuko
komunitatea) bestalde, nahikoa

urria da; argirik ez baita hondoraino iristen. Elikagaiek sedimentuetan pilatzeko joera dutenez, iboi hauek oligotrofikoak dira gehienetan; kolore urdin gardenekoak.

- Iboi dimiktiko azalagoak (15-20 m). Hauetan argiztapena hondoraino iristen denez, bentosa ugariagoa da, algak nabarmentzen direlarik. Ekoizpen altuagoko lakuak dira, eta neguan hipoxia (oxigeno eskasia) gerta daiteke, udan ekoiztako materia organikoaren deskonposaketaren ondorioz. Oxigeno eskasiak komunitatea txirotzea dakar, espezie sentikorrenak desagertaraziz.
- Iboi polimiktikoak. Izenak adierazten duenez, laku hauek mai-zago nahasten dira, bere sakonera eskasa dela eta; haizeek eragin handia baitute. Ez da termoklinarik eratzen, eta eutrofikoagoak izan ohi dira. Elikagai-kontzentrazioa altua denez, plankton ugari izan ohi dute, eta kolore berdekoak dira.
- Haraneko iboi ertainak erreka handiagoek hornitzen dituztenez, ur-berriztapena azkarragoa izan ohi dute, urte osoan zehar oxigeno-kontzentrazio altuak mantenduz. Iboi hauetara sedimentu buztintsu ugari iristen da, maiz ertzetan, prozesu deltaikoetan, lintzurak eta zoikaztegiak eratzen direlarik.

Noski, iboi-mota nagusi hauen tarteko kasu guztiak aurki ditzakegu. Nolanahi ere, lerro hauen bidez lakuaren forma, uraren dinamika

Uraren iraupenaldia: laku batean urak batezbeste egiten duen denbora da. Hau kalkulatzeko aski da lakuaren bolumena urtean zehar laku horrek biltzen duen uraren bolumenaz zatitzea. Iraupen-denbora zenbat eta luzeagoa izan, lakuko prozesu biologiko eta fisikokimikoek hainbat eta eragin handiagoa izango dute uren ezaugarrietan (eta txikiagoa arroarenak). Adibidez, lurzoru eskaseko arroetako urek nitrogeno gutxi garraiatu ohi dute. Horrelako kasuetan berriz, iraupenaldia nahikoa luzea izanik, lakuko fitoplanktonak aireko N_2 a finka dezake, eta ura aberastu.

Laku oligotrofikoa: elikagai mineral gutxi dituen lakuari oligotrofiko deritzo. Elikagai eskasia dela eta, ekoizpen primarioa txikia da, plankton gutxi dago, eta ur garden eta urdina edukiko dugu. Batez ere laku sakon eta gazteetan gertatzen da hau.

Laku eutrofikoa: elikagai edo materia organikoaren ugaritasunak laku eutrofi-koen ekoizpen-maila altua dakar. Ura berdea izan ohi da, plankton ugaritasuna dela eta. Askotan, ordea, anoxia egoten da, ekoizten den materia organikoa deskonposatzean ur-masa horren oxigenoa ahitu ondoren.

Laku distrofikoa: zoikaztegi inguratutako laku azalak dira hauek. *Sphagnum* goroldioaren hondakinak usteltzean hainbat konposatu azido askatzen da, deskonposaketa eragotzi egiten delarik. Azkenik, materia organikoa (zoikatza) ugaria da, baina N eta P edukina eskasa. Urak kafe-kolorea hartzen du, eta oro har lakuak bizi gutxi dauka.

eta komunitatearen garapenaren artean dagoen lotura azpimarratu nahi da.

Iboietako komunitateak

Esan dugunez, iboiak nahikoa gazteak dira, azken glaziazio artean sortu baitziren. Honen ondorioz, laku hauetako komunitateak dibertsitate baxukoak dira, eta batez ere espezie kosmopolitez daude osatuta. Badaude banaketa borealpetarra duten beste hainbat espezie ere, hots, Europako Ipar muturraz gain, mendikatea nagusi-

tan banatuta daudenak. Elikagai eskasia, temperatura hotza, eta urte-sasoi egokiaren laburtasunaren ondorioz, bizidun gutxi ageri ohi da laku hauetan eta denbora luzea behar izaten dute garapena burutzeko.

Fitoplanktonari dagokionez, ur oligotrofikoetan ohizkoak diren banaketa zabaleko krisofizeo eta flagelatu txikiak dira espezie nagusiak. Neurri txikia, hain zuzen, abantaila da elikagai-kontzentrazio baxuko inguruneetan; gorputzaren azalera/bolumena erlazio handiagoa lortzen baita horrela. Era berean, flageloa zelularen inguruan sortzen diren elikagai-kontzentrazioen mikrogradienteak ezabatzeke erabiltzen da.

Zooplanktonaren kasuan ere, negu luzeari aurre egiteko mekanismo bereziak garatu dituzten zenbait espezie kosmopolita (banaketa zabalekoak) dira nagusi. Krustazeo askok sorraldian igarotzen du negua, heldu moduan (ad. *Cyclops* kopepodoak), edo erresistentzi forma diren arrautzen bidez (ad. *Daphnia*-renak). Espezie gehienengal sasoi izotza urtzean gertatzen denez, uda-bukaeran izaten da zooplanktonaren biomasa handiena, fitoplanktonarena baino 20 aldiz handiagoa izan daitekeelarik. Piri-

Laku erdikolmatatua; oso ongi ikusten da landare-gerrikoa.





nioetan arrain planktofagorik ez dagoenez, arestian aipaturiko *Cyclops* krustazeoa izan ohi da planktonaren katea trofikoan goi-mailako harrapakaria.

Landaretzari dagokionez, makrofitoak ez dira 2.400 m-tik gorako iboietan agertzen; uda laburregia baita. Laku hauetan goroldioak izan ohi dira landare nagusi, 30 m-ko sakoneraraino iristen direlarik. Laku baxu eta epelagoetan, berriz, landaretzar-gerrikoak eratzen dira; landare-espezie desberdinek murgilduta egoteko jasankortasuna eta argiztapen-beharra desberdinak baitituzte. Kanpotik barrura, lehenik ziperazeo eta junkazeoak (ihiak) topatuko ditugu: *Carex nigra*, *Juncus filiformis*, edo *Eriophorum angustifolium*, batzuetan *Parnassia palustris* eta *Pinguicula vulgaris* ere ugari direlarik. Sedimentu buztintua dagoeneko kasuetan, *Sphagnum* jeneroko goroldioak nagusituko dira, zoikaztegiak eratuz. Hurrengo gerrikoetan, urperatutako landareak

ditugu: *Carex rostrata* eta *Menyanthes trifoliata* zentimetro gutxi batzuetako sakoneretan, *Isoetes lacustris*, *Subularia aquatica* eta *Ranunculus aquatilis* 2 m-raino, *Potamogeton*, *Ranunculus trichophyllus* edo *Miriophyllum alternifolium* 4 m-raino iristen dira, eta 5 m-ko sakoneratik behera, *Nitella* klorofizeoa, edo *Nostoc* zianobakterioa besterik ez da aurkitzen ahal. Azken alga honek paper berezia du lakuetan; N₂ finkatzeko gaitasuna baitu, gisa honetan lakua elikagaietan aberastu egiten duelarik. Jada aipatu dugunez, iboi gehienetan alkalinitatea eta kaltzio karbonatoaren kontzentrazioa oso baxua da. Ondorioz, karbonoa fotosintesiaren mugatzaile izaten da. Honi aurre egiteko, laku hotzetako landareek hainbat mekanismo garatu dituzte, hala nola CO₂ sustraietatik hartu, edota krasulazeoen metabolismo azidoa burutu.

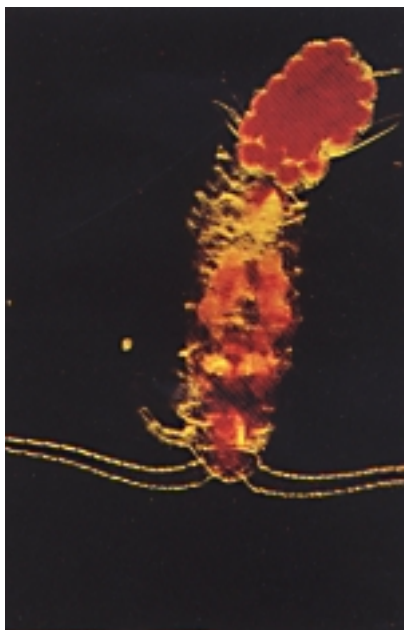
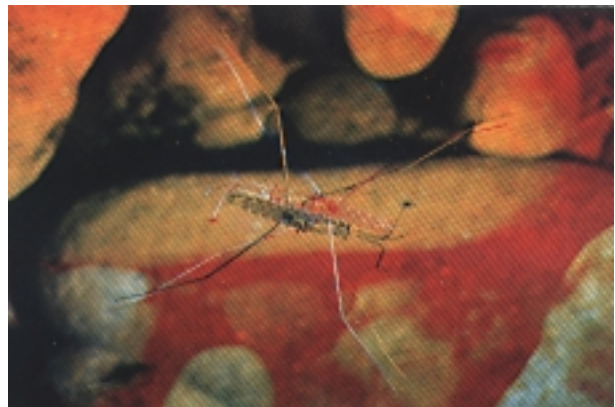
Makroornogabe bentikoen artean, *Hydra* jeneroko knidarioak ugari dira. Baita algez elikatzen di-

ren *Lymnaea* maraskiloa edo *Pisidium* bibalbioa ere, nahiz eta molusku hauek, maskorra eratzeko, uren karbonato kaltzikoaren eskasia dela eta, maiz arazoak izan. Hondo buztintsuetan anoxia egon daitekenez, bertan hemoglobina-kontzentrazio altua duten *Tubifex* oligoketo gorriak, eta *Chironomus* eltxoen larbak nagusi dira. Ornogabeen artean harrapakari nagusiak *Dytiscus* jeneroko koleopteroak dira. Hauek igerilari apartak dira, eta beren baraila beldurgarrien bidez, ornogabeak (baita apaburuak ere) harrapatzeko gai dira. Arnasa hartzeko, bestalde, sistema bitxia dute ditiszidoek: ipurtaldean aire-burbuila bat eratzen dute, eta hortik lortzen dute behar duten oxigenoa. Burbuilak, gainera, birika moduan funtzionatzen du, eta etengabe ingurutik oxigenoa hartu eta CO₂ askatzen du. Beste harrapakaririk ere badugu iboietan, hala nola planariak, txitxiburduntzi-larbak, edota *Notonecta* jeneroko hemipteroak.



Dytiscus
koleopteroa
harrapakari
azkarrenetarikoa
da.

Gerris **hemipteroa:**
ur-azaleko
harrapakaria.



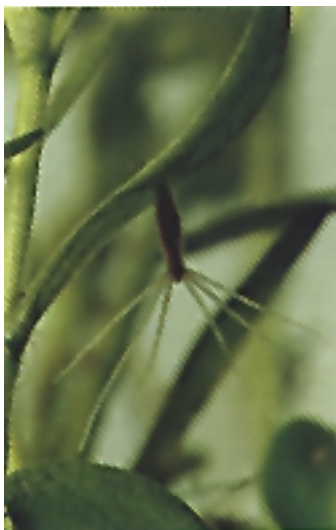
Cyclops
kopepodoa:
katea-trofiko
planktonikoaren
azken maila.



Uhandre
piriniarrak
(*Euproctus asper*)
ur hotz eta ongi
oxigenaturikoak
behar ditu.



Txantxikua (*Alytes obstetricans*) oso altitude handietara iritsi daitekeen anfibioa da. Argazkian ikusten denez, arrak bere bizkar hartzen du arrautzak zaintzea.



Hydra knidarioa ugaria izan ohi da lakuen hondoko landaretzaren artean.

Ornodunen aldetik ere, iboiak nahikoa txiroak dira, bertako bi arrain-espezie besterik ez daudelarik: amuarrain arrunta (*Salmo trutta fario*) eta eskailua (*Phoxinus phoxinus*). Arrain hauen populazioak urriak dira; beren jaki diren ornogabe bentikoen ekoizpena ez baita altua. Horrez gain, denbora asko behar izaten dute garatzeko (temperatura baxua dela eta) eta ez dira handiak izaten. Beste bi arrain-espezie ere aurki daitezke, gizakiak sartutakoak: amuarrain ortzadarra (*Salmo gardneri*) eta *Salveinus fontinalis*.

Anfibioei dagokienez, bi urodolo-espezie daude Pirinioetan. Uhandre palmatua (*Triturus helveticus*) espezie ubikuista da, banaketa zabalekoa, eta eskakizun gutxikoa. 2.200

m inguruko iboi zein istil txiki eta azal gehienetan bizi da, arrautzak bertako landaretzan erruten dituelarik. Uhandre piriniarra (*Euproctus asper*), berriz, oso ur oxigenatuak eskatzen dituen espezie endemiko eta goimenditarra da, eta ondorioz, erreka lasterretan edo iboi altu eta hotzetan besterik ez da ageri, arrautzak harritan itsasten dituelarik. Anuruen artean, baso-igel gorria (*Rana temporaria*) eta txantxikua (*Alytes obstetricans*) agertzen dira iboietan. Azken espezie hau, oso altura handitara igo daiteke arrautzak errutera, eta horren ondorioz apa-buruek denboraldi luzea behar izaten dute garatzeko. Aurkitu izan dira, hain zuzen, hogei urtetik gorako txantxiku-apaburuak; nonbait

Udaberri hasieran, izotza oraindik urtzen ari da.



hain laku pobreetan metamorfosia burutzeko adina energiarik lortu ezin izan dutenak.

Gizakiaren eragina iboietan

Pirinioetan gizakiaren eragina aspaldidanikoa izan da, eta iboiek, ezinbestean, aldaketak jasan dituzte. Gogora dezagun lakuak beren arroko baldintzak isladatzen dituztela. Abeltzantzak hainbat haranetan deforestazioa eragin du, horrek higadura berekin duelarik. Hori dela eta, lakuen kolmatazioa areagotu egingo zen ziurrenik, eta hainbat iboi txikitari argi ikus daitezkeenez, eutrofizazioa ere bai; azien-dek ur-bazterrak maite baitituzte.

Beste eragin-mota modernoagoa poluzio atmosferikoarena da. Jakina da erregai fosilak erabilita euria azidotu egin dela, eta hainbat lekutan (batez ere Eskandinavian) lakuak guztiz azido eta hilak geratu direla, itxuraz garbiak izan arren. Pirinioetan ez da oraingo horrelakorik nabarmendu, baina ikerlarietok erortzen diren beldur dira; hainbat eskualdetako substratu disolbagaitz eta azidoren ondorioz, iboi askok oso gaitasun txikia baitute euri azidoari aurre egiteko. Zenbait mendi-aterpe, eski-estazio eta balnearioren inguruetan, halaber, poluzio-mailak gora egin du, zabor-pilaketak edota algen ugaritasunak adierazten dutenez.

Nolanahi ere, gizakiaren eragirik bortitzena iboietan, presa eta sistema hidroelektrikoak eraikita egin da. Presa egindako iboiaren ur-maila aldakorra denez, ertzeko landaretza-gerrikoa agertzea eragotzi egiten da. Horrez gain, hainbat lakuren urak nahasi egiten dira, lekuan lekuko komunitateak desagertaraziz. Korrante elektrikoa lortzeko ustiatu gabeko iboi gutxi daude gaur egun, eta daudenek besteen bide beretik abiatzeko arriskua dute.

Ezin dugu ahaztu iboiak oso ekosistema hauskorrak direla, eta leku epelagoetako sistema urtarretan jasangarri diren hainbat ekin-tza, ingurune menditarretan oso kaltegarri suerta daitezkeela. Beharrezkoa litzateke eremu babestuetako lakuak behinik behin bere horretan mantentzea, ekosistema hauek ondorengo belaunaldiei utziko badizkiegu. 