



ARG.: WIKIMEDIA COMMONS/FIR0002/FLAGSTAFFOTOS CC-BY-NC

Sexua ZERTARAKO?

Zalantzarik gabe, sexuak arrakasta handia du. Horixe berretsi du Ibon Cancio biologoak: “Ugalketa sexuala oso arrakastatsua izan daiteke, eta numeroek eta matematikek hori esaten dute”. Adierazpen biribil gehienek bezala, ordea, horrek ere badu *baina* bat: “Baina ugalketa asexuala duten espezieen bikoizte-ahalmena askoz ere handiagoa da”, zehaztu du Canciok.

Arturo Elosegi ekologoak Canciok esandakoa baieztatu du: “Hala da. Eta, gainera, asexualki ugaltzeko modu asko daude, eta denak dira oso

eraginkorrak. Hala eta guztiz ere, oso espezie gutxi dira asexualki soilik ugaltzen direnak; ugalketa sexuala askoz ere zabalduago dago”.

Horrenbestez, *baina* horiek hartuta ere, ukaezina da ugalketa sexualak asexualak baino arrakasta handiagoa duela. Hori erakusten duen datu argigarri bat eman du Canciok: “Asexualki ugaltzen diren espezieak oso goian daude zuhaitz filogenetikoan; horrek esan nahi du espezie gazteak direla, edo, bestela esanda, ez dagoela asexualki ugaltzen den espezierik luzaro irauten duenik. Berehala iraungitzen dira”. Hala

ere, salbuespenak ere badaudela ohartarazi du: “Adibidez, errotifero bdelloideoak. Eskandalu ebolutibo bat dira”.

Eskandalua 1986an atera zen argitara, *Nature* aldizkariaren artikulua batean. Artikuluaren egilea John Maynard Smith biologo eta genetikaria da, eta artikuluaren izenburua, berriz, adierazgarria: *Contemplating life without sex*, hau da, Sexurik gabeko bizitza bati begira.

Maynard Smithek eskandalugarritzat jo zuen bdelloideoak hain familia zabala eta iraunkorra osatzea, sexurik izan gabe. Kontuan izan behar baita izaki urtar ñimiño horien familia oso dela ugaria (450 espezie baino gehiago biltzen ditu), eta milioika urte daramatzatela Lur planetan (200 milioi urte inguru). Hori guztia, ugalketa asexualaren bidez!

Gerora, ikertzaileek ikusi dute bdelloideoek beren fisiologia eta genetika berezien eruz dutela hain jokabide eskandalugarria. Izan ere, inguruaren kondizioak desegokiak direnean, lehortu egiten dira. Horrela, ingurua berriro aldekoa izan arte irauten dute, eta, bide batez, haien parasito guztiak hil egiten dira. Baina, ho-

Ugalketa asexuala oso eraginkorra bada ere, ohikoena sexu bidez ugaltzea dela nabarmentzen dute biologoek.

Errotifero bdelloideoak eskandalu ebolutibo bat dira, asexualki soilik ugaltzen diren arren, familia ugaria eta iraunkorra osatzen baitute. ARG.: © C. BOSCHETTI ETA A.TUNNAcliffe/SCIENCE.



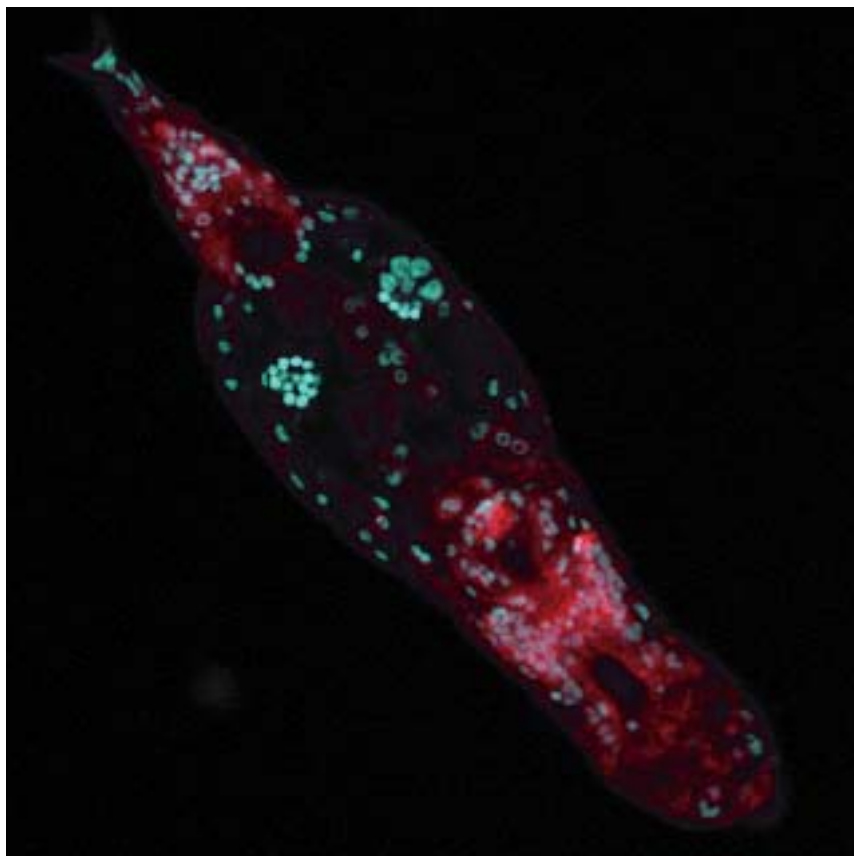
Ibon Cancio (ezk.) eta Arturo Elosegui (esk.), EHUko biologa-irakasleak. ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

rrez gain, beren genoma konpontzeko trebezia handia dute, eta, prozesu horretan, genoma berritzeko eta eguneratzeko aprobetxatzen dute. Horri esker lortu dute hain ugariak izatea eta hainbeste irautea.

Edonola ere, bdelloideoak salbuespena dira; ohikoena sexu bidez ugaltzea dela nabarmentzen dute biologoek. Gainera, Elosegik zuhurtiaz hartzen ditu halako bitxikeriak: “Agian bdelloideoak ere noizbait ugaltzen dira sexualki, guk horren arrastorik izan gabe. Horrelakoak gertatzen baitira; adibidez, onddoetan: onddo hifomizeteen taldean sartzen dira ugalketa sexualik ezagutzen ez zaien espezieak; hauek normalean asexualki ugaltzen dira, baina, noizbehinka, haietako bat modu sexualean ugaltzen hasten da eta ohar-tzen gara beste talde bateko onddoa dela, adibidez, basidiomizete bat. Hortaz, litekeena da bdelloideoekin ere hori gertatzea. Kontua da guk ez ditugula harrapatu sexu bidez ugaltzen ari direla; hortaz, esan dezakegun bakararra da, guk dakigula, ugalketa asexuala dutela”.

SEXUAREN ABANTAILA

“Garbi dagoena da ugalketa sexualak baduela zerbait abantaila ematen diona”, dio Cancio. “Bestela, eboluzioaren ikuspuntutik, ezin da ulertu. Eboluzioa *survival of the fittest* bada, alegia, indartsuenak edo arinenak egiten badu aurrera, nola azaldu paumaren buztana? Tigreak errazago harrapatuko du buztan luzea duen pauma, eta, hala ere, paumarentzat ona da buztan luzea izatea, eta eboluzioak horren alde egin du. Zergatik? Buztan dotorea eta handiak sexualki ugaltzeko aukera ematen diolako, eta, hala, bere genomaren erdia ondorengoei transmititzen dielako”.



Itsas izarrek ugalketa sexuala zein asexuala izan dezakete.

ARG.: NICK HOBGOOD/CC-BY-NC.



Biologoek arabera, bi hipotesi nagusi daude sexu-ugalketa zergatik gailendu den azaltzeko. Bati Mullerren trinketa deitzen zaio, eta besteari, Erregina Gorriaren teoria edo hipotesia. Lehenaren arabera, ugalketa asexuala duten espezieetan, genomaren mutazioak metatzen doaz belaunaldiz belaunaldi, harik eta mutazioek bitzita eragozten duten arte. Horren aurrean, ugalketa sexualaren bidez jaiotako ondorengoek bi gurasoen geneak jasotzen dituzte, eta transmisio horretan mutaturako geneak galtzeko aukera dago.

Canciok jokurako kartekin alderatu ditu gurasoen geneak: “Nolabait esateko, ugalketa sexualan, geneak nahasi egiten dira, kartak nahasten diren bezala; horrenbestez, hurrengo belaunaldian mutazioak diluitu egiten dira.”

Erregina Gorriaren hipotesia, berriz, bizkarroiei ihes egitean oinarritzen da. Alizia ispiluaren bestaldean liburuan agertzen den erregina bezala, banakoak lasterka egitera behartuta daude, leku berean geratzeko. Ez badute lasterka egiten, bizkarroiek harrapatu eta suntsitu egin-



Barraskiloak. ARG.: CARLA ISABEL RIBEIRO/CC-BY-NC.

Aukera onena, hermafrodita izatea?

Sexuaren onura guztiak eta desabantailetakoa bat bera ere ez izateko aukera onena hermafroditismoa izan daitekeela dio Canciok: “Hau da, norbera izatea bai emea bai arra”.

Alabaina, hermafroditismoa ez da oso ohikoa; beraz, ez da itxura batean ematen duen bezain arrakastatsua. Canciok azaldu du zergatik: “Izan ere, gorputz berean daukazu arra eta emea, eta bataren eta bestearen interesak ez dira berdinak. Hortaz, gorputz berean lehia daukazu”.

Elosegik Canciok esandakoa indartu du: “Ezinezkoa da makina bat diseinatzea gauza bat eta haren kontrakoa egiteko, eta makinak arazorik gabe funtzionatzea eta eraginkorra izatea. Eta hemen ere gauza bera gertatzen da”.

Hala ere, badaude kasuak, hala nola bareetan, barraskiloetan, landareetan, arrainetan... Arrainetan, gainera, badaude aldi bereko hermafroditak, eta baita txandakako hermafroditak ere: sasoi batean arrak dira eta gero eme bihurtzen dira, edo alderantziz.

Ez du zentzuzkoa izan beharrik

Sexuaren ondorioz sortutako paradoxa nabarmenetako bat paumaren buztana da, baina antzeko kasu ugari daude. Ezaguna da Alfred Rusel Wallacek eta Charles Darwinek horren gainean izandako eztabaida. Wallaceren ustez, ezaugarri ikusgarri baina espeziearen iraupenaren ikuspuntutik ulertezin horien jatorrian, beti zegoen “zentzuzko” arrazoi bat. Darwinentzat, ordea, arrazoi horrek ez zuen zertan zentzuzkoa izan. Gerta zitekeen, besterik gabe, pauma eme bati ar buztanluzeak gustatzea eta harekin kumeak izatea; kume arrek buztan luzea heredatuko lukete, eta kume emeek, ar buztanluzeekiko gustua. Hau da, ezaugarri horren jatorria kapritxo hutsa izan daiteke.

Elosegiren esanean, denborak eta ikerketek arrazoiak eman diote Darwini. “Bi hipotesi daude: *good genes*, gene onena, eta *sexy son*, seme erakargarriarena. Eta gaur egun badaude nahiko ebidentzia *sexy son* hipotesia frogatzen dutenak, alegia, agerian uzten dutenak kasu batzuetan ez dagoela zentzuzko arrazoirik ar baten arrakastaren atzean”.

Richard Prum ornitologo ospetsuaren lana ekarri du gogora Elosegik, hori azaltzeko: “Prumek lan handia egin du hegaztien lumen kolo-



reekin, eta garbi utzi du batzuetan hala dela, alegia, kolore biziagoak dituzten txoriak ez direla besteak baino osasuntsuagoak edo gene hobegokoak zertan izan. Tarteka hegazti batek inoiz ikusi gabeko kolorea nola egin topa-

tzen du, eta horrek sekulako arrakasta ekartzen dio emeen artean, kolorazio berri hori hedatuz. Horrek ez duen esan nahi gene onaren hipotesia okerra dela, noski; batak ez du bestea baztertzen”.

go dute. “Banakoek amaren bizkarroiak ere jasotzen dituzte oinordetzan. Bizkarroi horiek amari ezin hobeto daude egokituta, eta, beraz, banakoa infektatzeko prest. Baina, ugalketa sexualari esker, sortzen den banako hori desberdina da gurasoekiko, eta bizkarroiek ezin dute infektatu”, argitu du Elosegik.

Elosegiren esanean, zabaldua dago ugalketa sexualaren funtsa aldaera asko sortzea dela, “ez jartzeko arrautza guztiak saski berean”. Horrek zentzua omen du ondorengo asko izaten dituzten espezieetan, baina ez gureak bezala ondorengo gutxi izaten dituztenetan. “Erregina Gorriaren teoriaren arabera, berriz, ondorengo gurasoetatik desberdina izatea da gakoa; ondorengo bakarria izanda ere, gurasoekiko desberdina bada, abantaila da”.

Dena dela, amarekiko oso desberdina izatea ere txarra dela zehaztu du Elosegik: “ama, den bezalakoa izanda, bizirik badago, zerbaitegatik izango da; beraz, oso desberdina izatea txarra da. Baina oso berdina izatea ere kaltegarria da, patogenoak juxtu horretara egokituta baitaude”.

Bi hipotesiak bateragarriak direla uste du Canciok. “Badaude frogak bai bataren bai bestearen

aldekoak”. Esaterako, Mullerren trinketa frogatzeko mikroorganismoekin ikerketa asko egin direla aipatu du Canciok, nahiz eta haietan sexua “bestelakoa” dela nabarmendu duen Elosegik: “Bakterioetan sexua ez da gurasoen artekoa, kumeak sortzeko, baizik eta bi bakterioen elkarketa, non batak besteari plasmido bat ematen dion eta hark batari beste genemultzo bat”.

Edonola ere, bai bakterioekin egindako ikerketetan, bai ugalketa sexuala eta asexuala txandakatzen dituzten espezieekin egindakoetan, badaude Mullerren trinketaren aldeko frogak.

Eta gauza bera gertatzen da Erregina Gorriaren hipotesiarekin. Hori frogatzen duen ikerketetako bat 2007an argitaratu zen, *Nature* aldizkarian. “Host-parasite ‘Red Queen’ dynamics archived in pond sediment” da artikulua izenburua, eta *Daphnia* ur-arkakusoaren eta haien parasitoen arteko koeboluzioa azaltzen du. “Hortaz —dio Canciok— seguru asko bien arteko jolas bat da; ez dakigu zer ehunekotan eragingo duen batak edo besteak, baina biek, Mullerren trinketak eta Erregina Gorriaren lasterketak, izango dute eragina”.

Ondorengo gurasoetatik desberdina izatea da gakoa; ondorengo bakarria izanda ere, gurasoekiko desberdina bada, abantaila da.

Zenbait emakumezko elastiko batzuk usaindu zituzten, eta usain erakargarriena zuenetik nazkagarrienera ordenatu behar izan zituzten.

MAITASUNA EZ DA USAINGABEA

Ur-arkakusoak utzi, eta giza espeziara egin du jauzi Canciok: “Guk 30.000 gene ditugu, gutxi gorabehera. Horietatik, gure histokonpatibilitate-konplexu nagusien geneak dira polimorfikoenak, beste banakoetatik diferenteenak. Hain juxtu, gene horiek kodetzen dituzte parasitoen aurka erabiltzen ditugu armak”.

Are gehiago: gene horiek beraiek sortzen dute gorputzaren usaina. Eta gizakiak dituen geneetako asko, 3.000 inguru, usaimen-hartzaileak dira. Hori esanda, azalpenarekin jarraitu du Canciok: “Berez, ez du ematen usaimen-ahalmen handirik dugunik, baina 3.000 gene ditugu horretarako, eta usaintzen duguna da histokonpatibilitate-konplexu nagusia. Hala, usaimenaren bidez, gu-rearekiko histokonpatibilitate-konplexu nagusi desberdinena duen bikotekidea bilatzen dugu, harekin seme-alabak izateko. Horrenbestez, seme-alabek bien nahasketa izango dute”.

Elosegi esaldi batean laburbildu du Cancioren azalpena: “Maitasuna itsua da, baina ez usaingabea”. Horren harira, Estatu Batuetako GenePartner konpainia ekarri dute gogora. Konpainiaren webgunean azaltzen denez, Bernako

Unibertsitateko Claus Wedekind ikertzaileak egindako esperimentuan oinarritzen dira.

Esperimentu hartan, zenbait emakumezko elastiko batzuk usaindu zituzten, eta, jarraian, usain erakargarriena zuenetik nazkagarrienera ordenatu behar izan zituzten. Elastiko horiek gizonetzko batzuek eraman zituzten jantzita, hiru eguez jarraian, eta, beraz, elastiko bakoitzak jantzita eraman zuen gizonaren usaina zuen. Bada, emaitzen arabera, beraienarekiko histokonpatibilitate-konplexu nagusi desberdinena zuten gizonetzkoen usaina zen erakargarriena emakumezkoentzat.

Hori aintzat hartuta, GenePartnerrek bezeroen histokonpatibilitate-konplexu nagusiaren geneak aztertzen ditu, eta, alderdi horretatik, genetikoki desberdinena diren bikoteak sortzeko aukera ematen du. Gene Partnerrenen esanean, “hartara, harreman egonkor eta atsegin baterako oinarriak jartzen dira”. Gainera, haur osasuntsuak izango dituztela baieztatzen dute.

SEXUAREN ALBO-ONDORIOAK

Baina sexuak baditu alde txarrak ere. Horietako bat, trukean ordaindu beharreko prezioa da,

Zakilaren eboluzioa

Ibon Cancioren iritziz, egitura gutxi dute zakilak adinako aldaera espezieen artean. “Noski, alderdi horretatik, zakilaren parekoa da emeen ugaltze-aparatuak, batak bestearekin bat etorri behar baitu; baina normalean arren organoa agerian egoten denez, eta emeena, berriz, ez-kutuan, errazagoa da zakila aztertzea emeen alua edo ugaltze-aparatu bano”, zehaztu du Canciok.

Aurkitu den zakil zaharrena duela 425 milioi urtekoa da. Haren jabea krustazeo bat zen, eta, itsas hondooan, sumendi baten errautsen azpian, gelditu zen harrapatuta, gaur egun Herefordshire dagoen lekuan (Ingalaterra). 2003an aurkitu zuten, eta *Colymbosathon eplecticos* izen zientifikoa jarri zioten (zakil handiko igerilari harrigarria, gutxi gorabehera).

Gaur egun, era askotako zakilak dituzte munduan dauden milaka espezieetako arrek: jabearekiko handiak, txikiak, lau burukoak, birakariak... Batzuek, zakil bat baino gehiago dute: suge eta musker batzuek zakil bikoitzak dituzte, eta itsas platemintoek, dozenaka. Intsektuen artean ere sekulako oparotasuna dago, baina guztietan luzeena *Balanus glandula* krustazeoak du, gorputza baino 40 aldiz luzeagoko zakila baitu.

Zutitzeko moduak, ordea, askoz ere mugatuagoak dira. Ugaztunetan hiru daude: hezur baten bidez (karraskariak, haragijaleak, primatue gehienak); egitura fibroelastiko baten bitartez (zerria, zezenak, baleak); eta soilik hidraulikoak (gizakia, zaldia, armadilloa).



Elefante asiarraren zakila. ARG.: WIKIMEDIA COMMONS. 4028MDK09/CC-BY-NC.

Hainbeste aldaera egonda, zaila da bakarren bat nabarmentzea, baina Arturo Elosegi eta Ibon Cancio bat datoz giza zakila berezitat jartzean. Hurbileko ahaideenekin alderatuta, giza zakila, handia izateaz gain, bitxia ere bada. Besteek ez bezala, burua du muturrean (glandea), eta koroa bat haren inguruan.

Hain egitura bereziak “zerbaitetarako” izan behar duelakoan daude Elosegi eta Cancio, eta semena ordezkatzearen hipotesia azaldu dute. Gordon Gallup psikologo eboluzionista da hipotesi horren aitako bat, eta ikerketa esperimentalak ere egin ditu hipotesia zuzena dela frogatzeko. Emaitzak *The human penis as a semen displacement device* artikuluan argitaratu zituen, hau da, “Giza zakila semena ordezkatzeko gailu gisa”.

Hipotesiaren arabera, zakilaren itxura ez da zoriaren ondorio, baizik eta funtzioak bultzatutakoa, eboluzioan zehar. Eta funtzioa hau da: beste ar batek emearen baginan utzi duen semena kanporatzea. Horretarako bereziki eraginkorra da glandearen inguruko koroa. Elosegiren esanean, hortik ondoriozta daiteke giza espeziara ez dela izan (eta ez dela) batzuek uste duten bezain monogamoak.

Elosegiren ustez: “Prezio ebolutiboa oso garestia da. Izan ere, kumeen erdiak ez dira ugalduko. Gehienez ere, lortuko dute eme bat estaltzea eta hura ernaltzea. Baina kumeen erdiak arrak dira, eta arrek ez dute kumerik izaten”.

Eta egoera are korapilatsuagoa da bi sexu baino gehiago dituzten espezieetan. Hain zuzen, Canciok milaka sexu desberdin dituzten onddo batzuk aipatu ditu (*Schizophyllum commune*): “Normalean bi sexu bereizten dira, ekoizten dituzten gametoen neurriaren eta kopuruaren arabera: gameto asko eta txikiak sortzen dituztenak arrak dira, eta handiak eta bakanak ekoizten dituztenak, emeak. Onddo horiek, baina, hainbat eta hainbat aldaera dituzte; horietako bakoitza sexu bat da”.

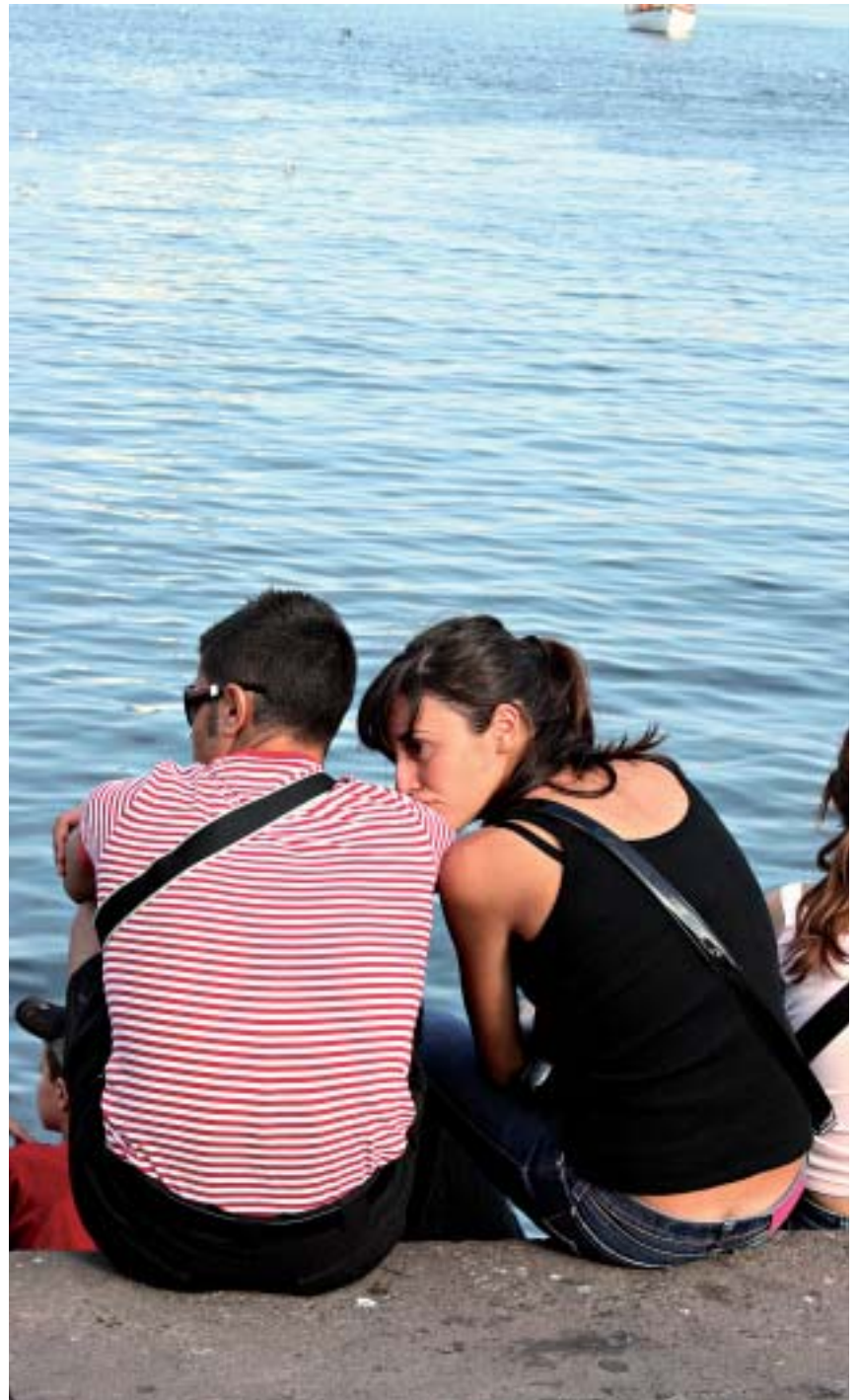
Sexurik gabe, mundua oso aspergarria izango litzatekeela uste dute biologoek.

Hain urrutira joan gabe eta bi sexu bakarrik izanda ere, batzuk gameto handi eta bakanak sortzen eta besteak gameto asko eta txikiak ekoizten espezializatuta egoteak asimetriak dakartzala esplikatu du Elosegik: “Emeak arrak baino askoz ere gehiago inbertitu du bere gametotan, eta ez bakarrik energetikoki. Hain zuzen, galdutako aukerak ere inbertsio bat dira; hau da, emeak, emaltzean, denbora-tarte luze baterako berriro ernari geratzeko aukera galtzen du, eta hori ez zaio gertatzen arrari. Hortaz, arraren eta emearen interesak ez datoz bat”.

Bestalde, nahiz eta mutazio batzuk galtzeko aukera ematen duen, berez, meiosis gertatzen denean trisomiak eta beste irregulartasun batzuk gertatzeko arriskua oso handia da. “Halakoak askoz ere ugariagoak dira ugalketa sexualean asexualean baino. Hori koste bat da”, esan du Elosegik.

“Horrez gain, bikotea topatzeko lana dago”, gehitu du Canciok. Pirinioetako hartzarekin gertatutakoa ekarri dute gogora bi biologoek: azkenean jaio ziren guztiak arrak izan ziren, eta horrek populazioa galtzea ekarri zuen.

Bai, sexua garestia da. Baina nolakoa litzateke mundua sexurik gabe? Elosegik erantzun biri-



bila eman du: “Zeharo aspergarria izango litzateke. Begiratu ingurura, eta ikusten dituzun egitura eta portaera deigarrienean, bitxienean eta nabarmenenean sexuarekin zerikusia dute: txorien kantuak, lumen koloreak, mandrilen ipurdia, dantza ikusgarriak... Sexurik gabe, akabo hori dena. Mundua oso grisa izango litzateke”.

Maitasuna itsua bada ere, ez da usainik gabea. Hain zuzen, usaimenaren bidez aukeratzen da norberarenarekiko histokonpabilitate-komplexu nagusi desberdinena duen bikotekidea. ARG.: MISKO/CC-BY.