

Dosierra

XI. CAF-Elhuyar sariak

Sariak helduaroan dira bete-betean. D:02

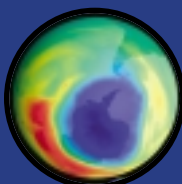
Bi hitz saridunekin. D:04

1. saria. Gure alde basatian barna. D:06

2. saria. Kakalardoak, basoko berriemaileak. D:12

3. saria. A zer molekula-usaina! D:18

Sari berezia. Ozono-geruzaren zuloa. D:25



Zientziaren dibulgazioa sustatzeko jarri ziren martxan CAF-Elhuyar sariak, eta aurten XI. edizioa izan da. Sariak Txitxardin Beltxa jatetxean banatu ziren, Lasarte-Orian. Goiz hartan gogotik ari zuen elurra, baina, azkenean, atertu egin zuen, eta arazorik gabe egin zen ekitaldia. Guztira lau sari banatu ziren, hiru sari nagusi eta idazle gazte onenarentzako sari berezi bat. Hurrengo orrialdeetan, sarituen berri izango duzu, eta baita artikulua irabazle guztiak irakurtzeko aukera ere.

Sariak helduaroan dira bete-betean

Nagore Rementeria Argote
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Alor askotako gaiak izan dituzte mintzagai XI. edizio honetara aurkeztutako lanek. Idazle gazteek idatzitakoak dira asko, eta Euskal Herrian bertan egindako ikerketen inguruko artikulua indarra hartzen ari dira. Nabari da euskaraz egindako dibulgazioa sasoiko dagoela.

CAF-Elhuyar sarien aurtengo edizioa 'Gure alde basatian barna' izeneko lanak irabazi du. Artikulu horren egilea Begoña Arrate biologoa da. Artikuluak izenburu erakargarria du, zalantzarik gabe, eta landutako gaia ere halakoxea da: ugalketa. Nolabait esateko, ugalketari begiratuta hainbat animalia-motak dituzten antzekotasunak eta berezitasunak azaltzen ditu.

Epaimahaiko kideek "gaia interesgarria eta aurkezpena berritzailea" izatea baloratu dute. Izan ere, artikulua- ren egitura ez da ohikoa, ez da lineala: testu nagusia hainbat adarreko ibilbide baten gisa aurkeztu du eta, irakurleak, nahi duen moduan osa dezake ibilbide hori.

Saria banatzeko orduan, lore asko jaso ditu artikulua: "gaiak erakarri egiten zaitu lehen unetik bertatik. Ez da harrizkoa, gure jokabidearen aparteko garrantzia duen barne-indarretako bat zertan oinarritzen den eta zelan mugiarazten gaituen erakusten baitu lan honek."

Bigarren saria biologo-hirukote batek jaso du: Jokin Lapaza, Manuel Mendez eta Eneko Salaberria. Artikuluaren izenburua 'Kakalardoak, basoko berriemai- leak' da, eta izenak berak adierazten duen bezala, kakalardoa du oinarri, basoaren egoeraren adierazle gisa erabil daitezkeen kakalardo sapiroxilikoak, hain zuzen ere. Kakalardo horiek egur hilaren beharra

dute, eta, ondorioz, egur hila edo gaixoa kuantifikatzeko erabiltzen dira. Epaimahaiaren ustez, “gaurkotasanaz aparte, eduki zientifikoaren kalitatea eta idazkeraren estilo simple eta ulergarria” nabarmendu behar dira.

● ‘Gure alde basatian ● barna’ izeneko lanak irabazi du. Artikulu horren egilea Begoña Arrate biologoa da.

Hirugarren saria, berriz, Ibon Odriozolarentzat izan da eta artikulu ‘A zer molekula-usaina!’ lanak jaso du. Epaimahaiak, besteak beste, hau esan zuen: “artikulu ondo idatzita dago, didaktikoa da, eta zentzumen misteriotsu hori sakonago ezagutzeko aukera ematen digu”. Horrez gain, nabarmendu zuen usaimena dela “zentzumenen artean enigmatikoa; 2004ko Nobel saria izan da zentzumen honi emandako lehena, hain zuzen, Axel eta Buck-i eman zieten usaimenaren hartzaileei eta usaimen-sistemaren eraketari buruzko ikerketagatik. Artikulu honetan, molekulek euren eduki kimikoaren arabera eragiten dituzten sentazio erakargarri zein nazkagarrietan erreparatu du egileak”.



Koldo Nuñezek epaimahaiaren sari baten aurkezpena egiten duen irudi bat.

Eta, urtero bezala, 25 urtetik beherako idazleen artean sari berezi bat ere banatu zen. Idazle gazte askok aurkeztu zituzten sari-keretara beren lanak, eta horien artean egokien “Ozono-geruzaren zuloa” lanari iritzi dio epaimahaiak. Lan horren idazlea Mikel Gorrotxategi da, ingeniari-tza-ikaslea. Gazte horrek ozono-geruzaren inguruko hamaika kontu azaltzen ditu bere artikuluan. Epaimahaiak aipatu bezala, “gaurkotasunez betetako artikulu ederra idatzi du idazle gazte honek. Bete-betean asmatu du gaia aukeratzean, eta artikulu moderno, erakargarri eta koloretua idatzi du.”



N. REMENTERIA

Dibulgazioaren artisauek

“Inork ez du lan hau irakasten, eta, etorkizunera begira, komunikabideetan hartzen ari den tokia ikusita, bada garaia gure unibertsitate eta ikastegietako diziplina bihurtzeko. Noizko, beraz, zientziaren dibulgazioa, hots, gizarteari zientzia hitz xehetan azalduko dioten profesionalak prestatzeko ikasketa berezituak? Titulazio horiek ezartzen ez diren bitartean, artisauen lana dugu zientziaren dibulgazioa egiten duten artikuluek. Artisautzak daukan xarma eta guzti, noski.”

Aldarrikapen horrekin hasi zuen Koldo Nuñezek, epaimahaiko kideen izenean, CAF-Elhuyar sariaren banaketa-ekitaldiko hitzaldia. Aurtengo edizioa XI.a izan da, eta 25 lan aurkeztu dira, maila onekoak guztiak ere, zientziaren dibulgazioa euskaraz indartsu dagoen seinale. Besteak beste, lanen kalitate ona nabarmendu dute epaimahaiko kideek, eta bereziki eskertu nahi izan zuten Euskal Herrian egindako ikerketak dibulgazio-mailara ekartzeko ahalegina; izan ere, deialdi honetan areagotu egin dira Euskal Herrian bertan egindako ikerketa dibulgatu nahi izan duten artikuluek. Gainera, aurkeztutako lan horiek zientziaren esparru gehienak jorratu dituzte: fisika, kimika, biologia, informatika, filosofia, medikuntza... Eta, esan beharra dago, aurreko zientzia-artikuluen kopurua areagotu egin da. Datorren urtean gehiago. [📄](#)

Bi hitz saridunekin

Nagore Rementeria Argote
Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

1. saria: Gure alde basatian barna

Egilea: Begoña Arrate Larrañaga

Zure artikulurako egitura bitxia aukeratu duzu. Zer dela eta antolatu duzu horrela?

Interneten nabigatzean erabiltzen dugun sistemaren antzekoa da artikularen egitura. Testuan zerbait bereziki interesatzen bazaiagu, lotura bat dago beste informazio batekin. Nik ere loturak egin ditut testu nagusian bigarren mailako testu txiki batzuetara. Hala, testu nagusia irakurri ahala, beste testu txiki horiek irakurtzen joan gaitezke, norberaren interesaren arabera. Horrez gain, bigarren mailako testu txiki horiek elkarki loturik daude. Horri esker, pertsona bakoitzak modu bateko edo besteko ibilbidea egin dezake. Papelean 'klik' egiteko aukera dauka.

"Sexuaren indarra ukazina da...". Zergatik?

Norberaren senik sendoena bere informazioa hurrengo belaunaldietara transmititzea delako. Horregatik sortzen dira gatazkak emea ernaltzeagatik, adibidez. Izan ere, norberak berea transmititu nahi du. Horrek mugitzen gaitu denok; hala dirudi, behintzat.



G. ROA

Lan pixka bat hartuko zenuen artikulua idazteko...

Egia esan buruan neukan gaia, eta, beraz, lan handiena papelean idaztea izan zen. Hasieran oso lineala gertatzen zela iruditu zitzaidan, eta nahiko astuna gerta zitekeela. Berez gaia oso zabala da; gai horren barruan izugarriko lotura-piloa egin daiteke. Orduan, nola egin zitekeen pentsatzen hasi nintzen, eta aurkezpen-mota hau erabiltzea erabaki nuen arte denbora pixka bat pasatu nuen. Baina, egia esan, esango nuke nahiko inspiratuta egin nuela.

Dibulgazioan daukazu lehen esperientzia da hau?

Bai, idatzi dudana lehenengo artikulua da hau. Eta aurrera jarraitzeko gogoia dut, sari hau jaso eta gero, gainera, are gehiago. Niri dibulgazioa izugarri polita iruditzen zait. Azken finean, besteak aberastea polita da, eta norberak dakienarekin besteak aberasteko aukera baldin badu, hobeto. Izugarri gustatzen zait.

2. saria:

Kakalardoak, basoko berriemaileak

Egileak: Jokin Lapaza Rodriguez, Manuel Mendez Manuel eta Eneko Salaberria de Miguel

Zergatik kakalardoak?

Kakalardoei buruzko artikulu zientifiko bat idatzi genuen, eta iruditu zitzaigun polita izan zitekeela dibulgazio-artikulu bat idaztea hango datuak aprobe-txatuz.

Artikuluaren egur hilaren problematika ere azal-tzen duzue. Basoetako egur hilaren garrantziaz ohartzeko hasi da gizartea?

Egur hilarekin bakarrik ez, orain ikusten ari gara sen-sibilitate handiagoa dagoela ingurumenarekin, bai

garapen jasangarriare-kin, Kyotoko Protoko-loarekin... Bada garaia. Izan ere, biodibertsitatea murrizten ari da, eta fak-tore garrantzitsuenetako bat da habitat-galera, eta horren barruan sartzen da egur hilarena. Eta, alde horretatik, kakalardoak adierazle onak dira egur hilik ezean dagoen habitat-galera neurtzeko.



ARGAZKIPIRESS



ARGAZKIPIRESS

Zergatik aukeratu duzu usainekin lotutako gai bat?

Niri asko gustatzen zaizkit usainak, beti iruditu izan zait bitxia usainaren mundu hori. Eta hainbeste ur-tean kimika organikoko laborategian lanean, botilak irekitakoan usaintzea eta gustatzen zitzaidan. Eta gero jakin-mina sartu zitzaidan, laborategiko usainak

edo egunero usaintzen ditugun horiek zer konposatu kimikok sortzen dituzten. Eta hala hasi nintzen infor-mazioa biltzen.

Usaimena zentzumenen artean misteriotsuene-tako bat da, ezta?

Bai, ni harrিতuta geratu nintzen. Informazioa biltzen eta irakurtzen hasi nintzenean, nik uste nuen askoz gehiago jakingo zutela usaimenari buruz, eta kontu-ratu naiz oraindik oso gutxi dakitela. Bueno, aurtengo Nobel sarietan argi geratu da: aurrerapen han-diena azkeneko hamar urteetako kontua izan da.

3. saria:

A zer molekula-usaina!

Egilea: Ibon Odriozola Agirre

Sari berezia:

Ozono-geruzaren zuloa

Egilea: Mikel Gorrotxategi Zipitria

Ozonoari buruz idatzi duzu. Gaiak badauka gaurkotasuna, baina badi-rudi modaz pasata dagoela...

Bai. Gaur egun ozono-geruzaren zulo-aren arazoak hor dirau, baina jendeak dagoeneko ahaztu duela dirudi. Zergatik ez dakit. Dena dela, CFCak, ozono-geruzari kalte egiten dioten konposatuak, dagoeneko legez kanpo

daude. Ozono-geruzaren gaia modan egon zenean, debekatu egin ziren CFCak, eta geroztik jendeak ahaztu egin du, nolabait.

Zure ustez, debeku horren emaitzak ikusteko urte asko itxaron beharko da?

Irakurri dudanez, 50 urte edo itxaron beharko da ozono-geruza osatzen ari dela ikusteko; adituek hori esaten dute. ☑



ARGAZKIPIRESS

Gure alde basatian barna

Begoña Arrate Larrañaga
Biologian lizentziatua



F. LANTING

Ugalketak izaki bizidunongan duen boterea ukaezina da. Sexu bidez ugaltzen garen animalioek zenbait ezaugarri, sistema, estrategia eta gatazka antzeko eduki ohi ditugu. Bestalde, badago esparru horretan gizakiok gainerako animalietatik bereizten gaituen ezaugarri zein portaera berezirik ere.

Hori guztia portaeraren ekologia ebolutiboa eta bizi-zikloen optimizazioa izeneko esparruetan lantzen da zientzian, eta artikulua honetan erraz ulertzeko moduan azaldu nahi da...

Geure alde basatian paseotxo bat emateko prest?

[Ibilbide-mapatik abiatzea gomendatzen da. Norberak bere neurrira egin dezake ibilbidea, gehien interesatzen zaion informazioa mugarrien bidez hedatuz eta lotuz... Ongi ibili!]

Ibilbide-mapa

Naturan aurki daitezkeen bizi-estrategia ugariak bi helburu dituzte: banakoaren biziraupena ziurtatzea eta haren ugalketa optimizatzea.

- **Metafora modura,**
- **esan genezake denboran zeharreko beirazko zuntza dela ugalketa.**

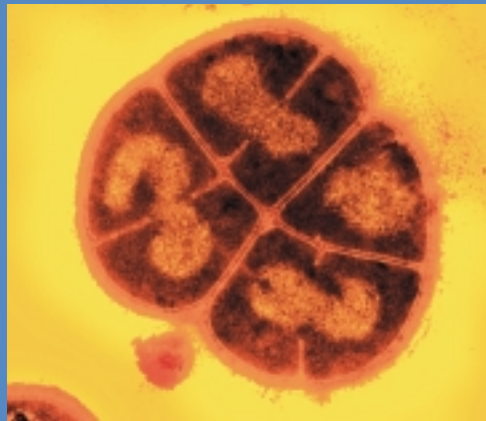
Ugalketaren sena

Zergatik da hain boteretsua ugalketa-sena?

[1. mugarrria] Metafora modura, esan genezake denboran zeharreko beirazko zuntza dela ugalketa, heriotzaz gaindi etorkizunera gure esentzia bere baitan daraman informazio-sorta bidaltzeko gaitasuna duena. **Ugalketa sexuala** [2. mugarrria] zein asexuala izan daiteke. Sexu bidez ugaltzen garen animalioak ezau-garri, sistema, estrategia eta gatazka komunak ditugu, ikusiko dugun bezala. ➔

2. mugarrria

Ugalketa sexuala aldakortasunaren eragilerik garrantzitsuenetakoa da, mutazioekin batera. Ugalketa sexualean ondorengoaren informazio genetikoa aita-amen geneen arteko konbinazioa da, eta ugalketa asexualan, berriz, aitzindariaren berdina da. Beraz, ondorengoak informazio genetikoaren % 50 du komunean aita-ametako bakoitzarekin ugalketa sexualean, eta asexualan, berriz, % 100.



Izaki bizidunei ingurune aldakorretara moldatzeko aukera gehiago ematean datza sexu bidezko ugalketaren arrakasta, aldakortasunak eboluzioaren atek irekitzen baititu.

[ikus 1., 6. eta 7. mugarriak]

1. mugarrria



“Oilo bat arrautza batek beste arrautza bat sortzeko duen modua da”

(R. Dawkins)

Richard Dawkins zientzialari neodarwinistaren arabera, eboluzioan zehar mantentzen diren bakarrak geneak dira, eta organismoak horiek edukitzeko eta ugalketa sexualdun bizidunok horien artean konbinazioak egiteko balio duten tresnak besterik ez gara.

Baina geneak ez dira hilezkorrek: zelulak hiltzen direnean desagertu egiten dira. Geneek kodetzen duten informazioak, ordea, denboran zehar iraun dezake, datu-base bat balitz bezala.

Nork bere informazio genetikoa hurrengo belaunaldietara iraganarazteak banakoaren esentziaren nolabaiteko heriotzaren gaindiko iraupeneranzko atek zabaltzen ditu.

[ikus 2., 6. eta 7. mugarriak]

3. mugarrria

Ugaltze-sistemak

Zu eta ni... 'bakarrrik'. Hegazti-espezieen % 90 dira monogamoak.

Larus argentatus **kaio hauskararen** kasuan, bikotea bizitza guztirako osatzen da. **Sai zurietan** ere (*Nephrodon percnopterus*) bikoteko ki-deek luzaro irauten dute elkarrekin.



M. IBÁÑEZ URDIAIN & M. ARNEDEO

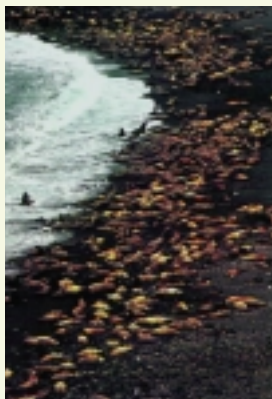
Baina, hegaztien kasuan izan ezik, ornodunetan monogamia arraroa da.

Oro har, espezie batzuk ugaltzeko **monogamia** erabiltzearen alde egin du hautespen naturalak, adibidez, habiak egiten dituzten espezieetan (ondorengoak aita-amek zaintzen dituzte); bikoteak elkarrengandik urrun daudenean (promiskuitaterako tentaziorik egon ez dadin) zein aldi emankorra oso motza edo aurrean ezina duten espezieetan (gizakiaren kasuan egun gutxiakoa da eta krustazeoetan, muda dela eta, aurrean ezina).

Baina **ez pentsa espezie bat monogamo gisa sailkatua dagoelako bikotekideak haien artean soilik parekatzen direnik.**

Hegazti, narrasti eta intsektuetan, emearekin azkena parekatzen den arrak du ondorengoan aita izateko aukera gehien (ugaztunetan, berriz, aurrenak). Animalia horietan sexuen arteko interes-gatazka islatzen duten portaerak behatu dira.

Arrak emeari gertutik jarraitzen dio, beste arrekin parekatzea saihesteko. Horri **zaintza-portaera** deritza. Emeari ez zaio falta kopulatu nahian dabilen bikotekiderik gabeko arrik, eta bikotekide ez duenarekin parekatzea bultzatzen duen presioa jasaten du, bikotekidearen esperma behar bezain kalitate onekoa ez balitz errunaldia hondatu egingo bailitzaioke. Bere kumeak ar batenak baino gehiagorenak izanez gero, berriz, errunaldia hondatzeko arriskua ar horien artean banatuko



S.C. WILSON

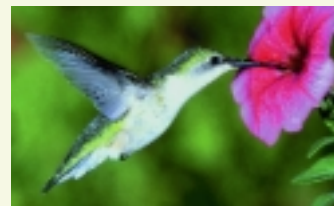
luke. Espezie monogamoetan arrari ez zaio komeni berak ere zainduko dituen kumeen ama beste arrekin parekatzerik, horrek bere aitatasuna kolokan jar baitezake. Horregatik zaintzen du emea.

Zaintza-portaera mutur harrigarrietara irits daiteke. *Calopteryx* generoko zigopteroetan (sorgin-orratz mota bat), adibidez, arrak emearen ugaltze-aparatua zepilotxo itxurako bere gorputzeko atal batekin garbitzen du barnean egon litekeen semena ateratzeko, emearekin kopulatu aurretik. Himenopteroetan (erleak, liztorrak eta inurriak) arrak emearen baginan tapoi moduko bat jar dezake, bere aitatasuna bermatzeko.

Emeari bere arrautzetako batzuk bere bikote 'ofiziala' ez diren beste ar batzuek ernaltzea komeni zaion arren, bikotekideari kumeen aita dela sinetsarazi behar dio ondorengoak zaintzen lagundu diezaion: **monogamia interesatua** gertatzen da. Emearen promiskuitatea ezin da erabatekoa izan monogamiaren ugaltze-sistema mantenduko bada: kume bat bera ere bikotekidearena ez balitz, batek berak ere ez luke ezaugarri hori heredatuko eta, beraz, guztiek aita arduragabe gisa jokatuko lukete. Ondorioz, aita arduratsuen portaera murriztu egingo litzateke populazioan, eta, anturruneko kasuan, desagertzeko arriskuan jarri.

Poligamiak hiru ugaltze-sistema barneratzen ditu: poliginia, poliandria eta promiskuitatea. Poliandria edo promiskuitatea ugaltze-sistematzat daukaten espezieetan espermatozoideen aparatu motorren (mitokondrioak dauden gunearen) bolumena eta testikuluen bolumena handiagoak dira espezie poliginiko zein monogamoetan baino, **esperma mailako kompetentzia** dela eta: emeak ar askorekin parekatzen direnez, arrek ahalik eta espermatozoide gehien eta ahalik eta azkarrenak ekoizten dituzte, norberarenek besteek baino aukera gehiago izan ditzaten emea ernaltzeko.

Haren eta guzti. Poliginian ar bat eme askorekin parekatzen da, baina emeak ar bakarrarekin. Espezie gehienek ugaltze-sistema da, eta ugaztunetan oso ugaria da.



ARTIBOKOA

Emeak zaindu behar izaten ditu kumeak, arrak ez baitio laguntzen.

Arrak emeentzat preziatua den baliabide bat edukitzean du: emeak erakartzen dituen gorputza edo leku estrategikoan kokatuta dagoen zein elikagai ugari dituen lurraldea. Azken bi kasuetan, emeak bertako baliabideak erabiltzeko sartzen dira lurraldera, eta arra araldian daudenean parekatzen da. **Itsas lehoian** kasuan, arrak emeei erditzeko leku aproposa eskaintzen die berekin parekatzearen truke. **Kolibriaren** kasuan, berriz, haien elikagai den lore-mota ugaria den eremua. Beste batzuetan, emeak harraparietatik babesteko taldekatzen dira eta arrak

taldea zaintzen du, araldian dauden emeekin parekatuz eta beste arrak urrun mantentzen saiatuz, **Afrika ekialdeko gnuaren** kasuan gertatzen den bezala.

Arrautza preziatuak aita zaindu. Poliandrian eme bat ar ugariarekin parekatzen da eta arrak zaintzen ditu gehien kumeak. Gutxitan gertatzen da, arrautzen kopurua mugagarria den kasuetan batez ere.

Aintziretako landaredia flotatzailean bizi den **jakana** (Jacanidae) hegaztiaren arrautzen harrapaketa-tasa bereziki altua da. Eme bakoitzak habia ugari ditu

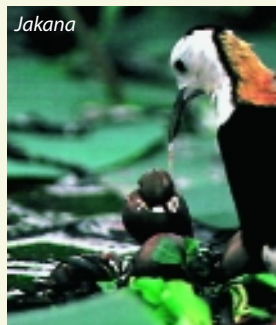
berak defendatutako lurraldean. Habia bakoitzean ar batek bere arrautzak zaintzen ditu. Emeak arrautza gehiago jar ditzan, bi arrek adinako tamaina du.

Ugaltze-sistema monogamiko eta poliandrikoetan, gerta daiteke laguntzaileek (*helpers*) kumeak hazi eta babesten laguntzea.

Denok denokin. Promiskuitatea poliginian eta poliandriaren arteko nahasketa gisa definienezake, baina kasu honetan ez da bikotea hautatzen.

Euproctus asper uhandre piriniotarra, adibidez, promiskuo da. Ar-kopuru handiko primate-talde handiak ere, makakoek kasurako, promiskuoak dira.

[ikus 1., 2., 4. eta 5. mugarririk]



D. & M. PLAGÉ



D. & M. PLAGÉ

Nola eta norekin ugaltu?

Animalietan sexu bidezko **ugalketa-sistemen** aniztasuna izugarria den arren, lau mota nagusi bereiz ditzakegu [3. mugarrria]. Zeren araberakoa da espezieak ugaltze-sistema bat ala bestea izatea? [4. mugarrria]

Animalietan sexu bidezko ugalketa-sistemen aniztasuna izugarria den arren, lau mota nagusi bereiz ditzakegu.

Belaunaldien arteko gatazkak

Belaunaldien arteko gatazkak **arruntak** direla edonork daki. Gatazka horiek aita-amen eta ondorengoan interesak bateraezinak direnean sortzen dira. Ondorengoek berez behar-beharrezkoak dituzten zaintza eta baliabideak baino gehiago eskatzeko joera dute, eta aita-amek, nolabait, beren burua babestu behar

5. mugarrria

Belaunaldien arteko gatazkak

Gizakiaren kasuan haurdunaldian hasten da gatazka, amaren eta fetuaren artean. Fetua bere biziraupena bermatzen eta iristen zaizkion elikagaien kantitatea emendatzen saiatzen da. Fetuak arazo kromosomiko garrantzitsuren bat edo beste mota bateko arazo larriren bat badu, amak **abortatu** egingo du, bere kemena mugatua baita eta gorde beharra baitu bizirauteko aukera asko dauzkaten haurrak izateko.

Baina fetuaren helburu nagusia bizirik irautea da. Hala, gatazka sortzen da, haurdunaldiarekin jarraitu behar den edo ez erabakitzeko. **Fetua amaren sistema endokrinoa manipulatzan saiatzen da** azukre gehiagoko lortzeko: hPL izeneko substantzia (giza laktogeno plazentarioa) jariatzen du amaren odolera, intsulinaren efektuak blokeatu eta, ondorioz, azukre-kantitatea igoarazten du. Amak, defentsa modura, odolera intsulina gehiago jariatzen du, fetuaren saiakerak arrakastarik izan ez dezan.

Belaunaldi arteko gatazken adibide ugari eman genezake. **Landa-reetan**, adibidez, ikusi da haziak **amaren baliabideak mobilizatzeko hormona berezi batzuk** ekoizten dituela (auxinak eta giberelinak), eta landare amak haziaren hormonek abian jarritako prozesua geldiarazten duen substantzia bat sortzen duela (azido abzisikoa).

[ikus 7. eta 3. mugarrriak] (3.ean, zaintza-portaerari eta monogamia interesatuari buruzkoa).

dute joera hori duten ondorengoetatik. Belaunaldi arteko gatazkak ez dira soilik **animalietan** gertatzen, landareetan ere behatu dira. [5. mugarrria] ➔

4. mugarrria

Zeren araberakoa da espezia jakin batek ugaltzeko sistema bat ala bestea erabiltzea?

Elikagaien eta bestelako baliabideen banaketak, harraparien presentziak eta abarrek populazioko indibiduoak nola banatuko diren baldintzatzen dute. Beraz, **faktore ekologikoek** ugaltze-sistema baten edo bestearen alde egiten dute.

Espeziearen ezaugarriek ere badute eraginik:

Ondorengoek zenbat eta zaintza handiagoa behar izan, orduan eta ugaltzeko ahalegin handiagoa egin beharko dute aita-amek. Arrainek errunaldia zaindu behar izaten dute, hegaztietan biek inkubazioan parte hartzen dute eta ugaztunetan amaren ugaltzeko ahalegina muturrekoa da (haurdunaldia eta edoskitzealdia).

Araldia sinkronikoa izanik emeak elkarrengandik gertu biziz gero, promiskuitatea nagusi izango da, taldeko eme-kopurua oso txikia izan ezean ar menderatzailak ezingo baititu eme guztiak monopolizatu. Emeen araldia sinkronikoa ez bada, berriz, pentsatzekoa da poliginia izango dela nagusi.

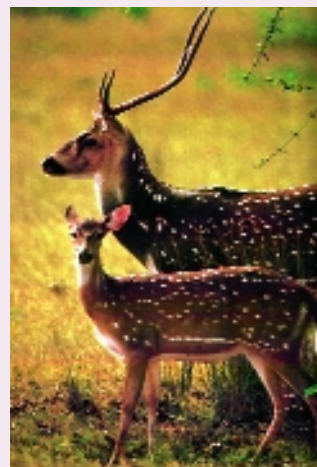
Azkenik, aldi emankorra oso motza edo aurrean ezina duten espezietan monogamia nagusi izaten da.

Bi sexuen arteko proportzioa (sexu-ratioa) eta aita-amen zaintza. Sexu-ratioak indibiduen espazioan zeharreko banaketan eragiten du, eta, beraz, baita ugaltze-sistemetan ere.

Bi sexuetak baten hilkortasuna handiagotzen duen faktorerik (**hautespen sexualik**) egon ezean, arren eta emeen kopurua oso antzekoa izaten da eta fisikoki ere berdintsuak izaten dira (**dimorfismo sexual** nabaririk ez).

Oreinen kasuan, berriz, arrek **kumeak gutxiago zaintzen** dituztenez, hautespen sexuala dago, dimorfismo sexuala nabaria da eta ar gutxiago daude.

[ikus 2. eta 3. mugarrriak]



6. mugarria

Himenoptero langileen portaera, altruismotik urrun

Himenopteroen taldeko intsektuetan ernaldu gabeko obuluetatik arrak jaiotzen dira, eta ernalduetatik, berriz, emeak (ziklo sexual haplodiploidea). Obuluak erreginak sortu eta koloniako arrek (erlamandoek) ernaltzen dituzte. Horrek genetikoki izugarritzko antza ematen die koloniako eme guztiei (% 75koa), eme horietako edozeinek ondorengorik edukiko balu harekin edukiko lukeena baino handiagoa (% 25 handiagoa).

Langileen kasta antzua da, eta ama erregina eta haren alabak zaintzen dituzte. Erlamandoen eta langileen artean soilik % 25eko ahaidetasuna (antzekotasun genetikoa) dago: beraz, langileak hiru aldiz gehiago arduratzen dira ahizpak zaintzeaz anaiak zaintzeaz baino, eta sexuak proportzio horretan ateratzen dira habiatik.

[ikus 2. eta 1. mugarriak]



Colobopsis generoko inurri langileak ahizpak zaintzen.

-mota horretan langileen kasta eme antzuek osatzen dute. Ahizpak zainduz ondorengoak edukiz baino proportzio handiagoan pasatzen da beren informazio genetikoa hurrengo belaunaldira. [6. mugarria]

Borneoko oihanetan *Colobopsis* generoko inurriaren eta nepente landarearen arteko sinbiosia gertatzen da. Argazkian, inurri langileak ahizpak zaintzen ikus ditzakegu.

Adoptatzera bultzatzen gaituena [7. mugarria]

Altruismoa, doan?

Himenoptero langileen portaera, altruismotik urrun.

Inurri, erle eta liztorren gizarte-mota (gizarte eusoziala) altruismo-mota bat zela uste zen lehen. Gizarte-

7. mugarria

Adoptatzera bultzatzen gaituena

Gizarte askotan, haurrak haien guraso biologikoak ez diren pertsonak adoptatu eta hazten dituzte. Ozeanian eta Artikoan, esaterako, adopzio-kasuak oso ugariak dira. Kasu horietan, amatzakoa edo aitatzakoa haurraren hurbileko senidea izaten da (amona, izeba, osaba) eta adopzioa guraso biologikoek haurra aurrera ateratzeko aukerarik ez daukatenean gertatzen da. Beraz, adopzioak norberaren geneen % 25 komunean duen norbait zaintzea dakarrenez, eboluzioaren teoriaren barnean uler daiteke; azken finean, norberaren geneetan kodetutako informazioa hurrengo belaunaldieta-igartzea bermatzen da adopzio-mota horren bitartez.



Baina gizarte industrializatuetako adopzioen kasuan guraso ez-biologikoak familiaz kanpokoak eta ezezagunak izan ohi dira, amatzakoa zein aitatzakoa ez dute haurraren antzeko

informazio genetikorik izaten. Nola uler daiteke, orduan, ezezagunen arteko adopzioa sortzea eta gizartean hedatzea? Haurrez arduratzera eta haiek babestera garamatzaten sentimenduak eboluzioaren ondorioz sortutako joera psikologikoen emaitza dira. Beraz, familiaz kanpokoak diren haurrak adoptatzearekin geure informazio genetikoa hurrengo belaunaldira igarotzea bermatzen ez dugun arren, ingurunera doitzeko eta ugaltzeko eboluzio bidez sortutako geure joera psikologikoen bultzatzen gaituzte horrela jokatzera.

[ikus 5., 2. eta 1. mugarriak]

Sexuaren ordaina

Asexualki (gemazio zein zatiketa bidez) ugaltzen diren izaki bizidun batzuk ez dira zahartzen, landareak kasurako. Bestalde, zenbait organismo mugagabe bizitzeko gai dira kondizio jakin batzuetan, beren baitako konpontze-mekanismoei esker (adibidez, geure ugaltze-zelula bakoitza duela milaka urte sortutako zelula-lerrotik dator).

● Pentsa daiteke ● zahartzarorik gabeko bizitza luzeagoak ugaltzeko efikazia handituko lukeela.

Izaki bizidunak ahalik eta arrakasta handienaz ugaltzera garamatzaten moldaeren alde egiten du hautespen naturalak, hau da, ugaltzeko efikaziaren alde. **Zahartzarorik gabeko bizitza luzeagoak ugaltzeko efikazia handituko lukeela pentsa daiteke.** Orduan, nolatan nagusitu dira seneszentziara (zahartzera) eta heriotzara garamatzaten geneak?

Hautespen naturalak eragin negatiboa du oraindik ugaltze edo ugaltzeko adinean daudenen bizitza moztu dezaketean mutazioetan eta abarretan;



D. & M. PLAGE

Izaki bizidunak ahalik eta arrakasta handienaz ugaltzera garamatzaten moldaeren alde egiten du hautespen naturalak.

8. mugarria

Seneszentziaren zergatia bi hipotesiren bidez saiatu dira azaltzen:

1. **Pleiotropia antagonistaren hipotesia.** Zahartzea hautespen naturalaren ondorio dela dio. Zergatik, ordea? Gaztetan emankortasuna bultzatzen duten ezaugarriak bizitza luzatzen dutenen kontura nagusitu direlako. Alegia, ondo ugaltze eta zahartzea auke-ratu da, gutxi ugaltze eta luzaro bizitzearen kaltetan.

2. **Mutazio-pilaketaren hipotesia.**

Zahartzea zahartzaroen soilik espresatzen diren mutazioen pilaketaren ondorio dela dio. Hala, gizakiaren kasuan minbizia, osteoporosia, bihotzekoak eta bestelako gaitoxotasun larriak sortzen dituzten mutazioak ez ditu ezabatu hautespen

naturalak, gizakiok duela gutxi arte ez ginelako gaur egun bezainbat bizitzen. Gaitoxotasun horiek ez dute espresatzeko aukerarik izan, eta, beraz, hautespen naturalak ezin izan du horiengan eragin.

Egun onartzen da zahartzea bi hipotesiek azaldutako arazoien ondorio dela.


[ikus 2., 5. eta 7. mugarriak]



ARTXIBOKOA

hau da, horiek desagerraraztera joko du. Baina bizia murriztu dezakeen genea edo dena delakoa zenbat eta beranduago espresatu, orduan eta eragin txikiagoa izango du harengan hautespen naturalak. Izan ere, genea espresatzen denerako izaki horrek besteek bezala ugaltzeko aukera izan du eta, beraz, hautespenak ez dio negatiboki eragin.

Ezin dena eduki. Kalitate goreneko gorputza eduki eta mantentzeak organismoaren hazkundera eta gazte-garaiko emankortasuna murriztea dakar: hazkundera mantsoagoa izango da eta, energia hazten inbertituko denez, ugaltzeko adinera beranduago iritsiko da. Ondorioz, kasu honetan gazte-garaiko batezbesteko ugaltzeko efikazia ere txikiagoa izango da.

Zahartzearen zergatia azaltzeko bi hipotesi daude. [8. mugarria] 

BIBLIOGRAFIA

AGUSTÍ, J.
Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución.
Tusquets Editores.
Barcelona, 2003.

BOYD, R. ETA SILK, J. B.
Cómo evolucionaron los humanos.
Editorial Ariel. Barcelona, 2001.

ELOSEGI, A.
Sexua, eboluzioaren motore: ugal-estrategiak joko ebolutiboan.
Elhuyar Kultur Elkarte.
Usurbil, 1995.

PELÁEZ DEL HIERRO, F. ETA VEÁ BARÓ, J.
Etología. Bases biológicas de la conducta animal y humana.
Ediciones Pirámide.
Madrid, 1997.

Kakalardoak, basoko berriemaileak

Jokin Lapaza Rodriguez
Manuel Mendez Manuel
Eneko Salaberria de Miguel
Biologian lizentziatuak



ARTXIBOKOA

Hildako egurra oinarrizkoa da baso egituratuaren funtzionamendu egokirako. Orain arte, basoan 'oztopo' ziren eroritako enborrak edota hilda edo gaixorik zeuden zuhaitzak 'garbitzeko' politika izan da nagusi, 'zikinkeria' eta gaixotasunen iturri zirela argudiatuz. Baina gauzak, pixkanaka, aldatzen doaz, ustiapen jasagarria delako joerak hildako egurraren menpe bizi diren kakalardoan inguruan ikerketa berriak bultzatu dituen heinean.

Basoek eginkizun onuragarri ugari betetzen dituzte: aniztasun biologikoa zaindu, egurra eta basoko produktuak eman, higadura eragotzi, ziklo hidrogikoa arautu, karbonoa atxiki, klima-aldaketa geldoarazi, eta guk guztiok gozatzeko moduko lekuak eskaini. Gainera, basoak gure gizartearen kultur paisaiaren zati garrantzitsua dira, eta, beraz, kontserbatu beharreko ondarea. Bestalde, betidanik izan dira dirubide garrantzitsua, hala nola, landa-lurrak, erregaiak, erakuntzarako materialak eta lanabesak eta zenbait baso-produktu (fruitu eta onddo) lortzeko. Egungo basoak orain arteko populazioaren ekoizpen- eta kontsumo-ohituren ondorio dira, eta, horien kudeaketaren helburu bakarra ahalik eta etekin ekonomiko handiena lortzea izan denez, ekosistema horien aberastasuna murrizten ari da.



Hildako enborrek basoaren garapenerako funtsezko zeregina dute hainbat alorretan.

DAVID

● Europako basoen egoera kezkarriari aurre egiteko, kudeaketa jasangarriaren kontzeptua indartzen joan da azkenaldian.

Europako basoen egoera kezkarriari aurre egiteko, kudeaketa jasangarriaren kontzeptua indartzen joan da azkenaldi honetan. Hori definitzeko orduan, Europako basoak babesteko ministerio arteko konferentzian emandakoa proposa izan daiteke (Helsinki Hitzarmena, 1993): “biodibertsitatea emankortasuna,

birsorkuntza-ahalmena, bizitasuna eta orain eta etorkizunean funtzio ekologiko, sozial eta ekonomikoak tokian-tokian hornitzeko ahalmena dituen baso-lurren erabilera eta zaintza da, eta hori, noski, inguruko ekosistemei kalterik egin gabe”.

Arestian aipatutakoaren arabera, kudeaketa jasangarriaren helburuetako bat baso-ekosistemen biodibertsitatea, ahal den neurrian, mantendu, kontserbatu eta emendatzea da.

Baso egituratua, baso osasuntsua

Basoen egiturak itzelezko garrantzia dauka bere baitan bizi diren bizidunengan, horientzako bizileku aproposa aurkitzeko jolasaren joko-taula baita basoa. Zuhaitzari dagokionez, helduagoa den heinean txoko ekologiko gehiago eskaintzen ditu, zuloak direla, azalaren tolesak direla... Ekosistema hori ondo



Lucanus cervus arkanbelea koleoptero saproxiliko ezagunenetakoa da.

B. & H.P. BERGLUND



Osmoderma eremita.

egituratua dagoela esaten da hainbat adin zein garapen-mailatako zuhaitzak dituenen eta hildako egur nahikoa mantentzen duenean.

Baso batean dagoen biomasaren % 90 egurra da. Hilda edota gaixorik dauden enborrek funtsezko zeregin-a dute basoaren garapenerako hainbat alorretan. Jadanik ehun bizirik ez duen egurra, hau da, xilema edo floema bideragarri gabekoa, hildakotzat hartzen da eta haren garrantzia batez ere hiru funtzio nagusitan oinarritzen da. Batetik, lurzorua aberasten du, hark behar duen materia organikoaz hornituz. Bestetik, hainbat biziduni habitat aproposa eskeintzen die,

habia bertan ezarri edo klimaren kondizio desegokietatik babestu ahal izateko, besteak beste. Azkenik, organismo asko hildako egurraz elikatzen direnez (zuzenean hura jaten –xilofagoak– edo haren gainean hazten diren onddo edo bakterioak jaten), bazka-katearen osagai ezinbestekoa da.

● **Modu batera edo bestera, animalia asko bizi dira hildako egurraren menpe.**

Horrenbestez, modu batera edo bestera, animalia asko bizi dira hildako egurraren menpe; horien artean ugarienak intsektu saproxilikoak dira, kakalardoak eta euliak batez ere.

Bizi-zikloaren zati batean behintzat hildako egurraren, hilzorian edo hilda dauden zuhaitzen (zutik zein lurlean erorita), zuran dauden onddoen edo beste organismo saproxilikoaren menpe dauden espezieak dira saproxilikoak.

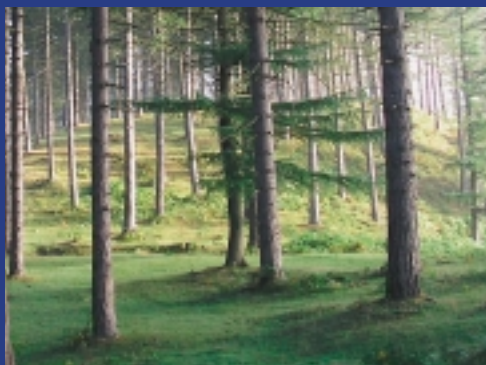
Hildako egurra: beldur zentzugabea

Hildako egurra basoetatik kentzeko arrazoi nagusien oinarriak ez dira guztiz errealitatearen erakusle. Esaterako, egurra suteak hedatzeko erregaia izan arren, suteak saihesteko benetako eragileak kontrolatu beharko liriateke, hau da, interes ekonomiko eta sozialen atzetik dauden gaizkileak. Bestetik, zuhaitz zaharrak edo zintzilik dauden adarrak norbaiten gainean erortzeko arriskuari aurre egiteko, maiz egitura horiek moztu eta garbitu egiten dira. Britainia Handiko baso helduetan gertatutakoa da horren adibide garbia; horren ondorioz, hango fauna saproxilikoaren egoera oso larria da.

Europako Kontseiluak, gai honi buruz, fauna saproxilikoan aberatsak diren basoetarako sarrera mugatzea aholkatzen du.

Oso organismo saproxiliko gutxi dira zuhaitz osasuntsuei eraso egiteko gai; alde horretatik, izurrien kaltea ez da horren kezkarria.

Europako Kontseiluak, kasu honetan, baso-kudeatzaileak hildako egurraren garrantzi ekologikoaz jabetzea nahi du, eta gaixotasun- zein izurrien iturrizat ez dezatela hartu gomendatzen die.



Horrelako baso 'garbiak' nahi ditugu?

Azkenik, estetika-arrazoiak argudiatuz ere egiten da basoen 'garbiketa'. Noiz ez dugu entzun, lurreko enbor eta adarrez aritzean, 'zikinkeria' baino ez direla? Finean, estetikaren argudioa norberaren ikuspuntuaren arabera da eta hezkuntzak zeresan handia dauka gizarteko ideiak finkatzeko orduan.

Koleoptero saproxilikoek taldea horren zabal eta anitza izanik, basoaren baitan betetzen dituen funtzioek berebiziko garrantzia dute. Kakalardo horien funtzioa lau ardatzetan bana daiteke baso-ekosistemaren dinamikan: espezie batzuen polinizazioa erraztea, beste organismo batzuentzako habitat egokiak sortzea (kakalardoek eraikitako habia eta zuloak zenbait hegaztik eta tamaina txikiko ugaztunek erabiltzen baitituzte), hainbat espezieren bazka-katearen funtsez izatea eta egurraren deskonposaketa-prozesuaren abiadura emendatzea.

● **Kakalardoek**
 ● **basoaren baitan**
betetzen dituzten
funtzioek berebiziko
garrantzia dute.

Egurraren deskonposaketa-prozesua jarraia den arren, oro har hiru fase bereiz daitezke. Horietako bakoitzaren iraupena oso aldakorra da zuhaitz-espeziearen, klima edo mikroklimaren, zuraren ezarpenaren eta saproxilikoek eraginarekin arabera, besteak beste. Lehenengo fasean, kolonizazioan, egurraren hasierako digestioa egiteko gaitasuna duten kakalardoak agertzen dira. Bigarren fasean, deskonposaketan, kolonizazioan egon diren kakalardoek jarduerari etekina ateratzen dioten beste kakalardo-espezie batzuk agertzen dira. Oro har, bigarren fase horretan agertzen diren organismo saproxiliko guztiak



R. PHILLIPS

Koleopteroek ez ezik, beste bizidun batzuek ere ateratzen diote probetxua hildako egurrari.

kolonizazioaz arduratzen diren kakalardo saproxilikoek menpekoak dira, haiek baitira zuraren lehenengo digestioa egiteko entzima bereziak dituzten animalia bakarrak. Azkenik, humifikazioa deritzon hirugarren fasean, bakterio eta mikroonddoek aurreko bi faseetan garrantzi handia izan duten kakalardo saproxilikoak ordezkatzeko dituzte.

Koleoptero saproxilikoak:
baso-egituraren adierazleak

Espezie bat bioindikatzaileria izateko, ekosistema bati estuki lotuta egoteaz gain, ekosistemaren beraren kalitate ekologikoaren neurria eman behar digu. Hala, unean uneko egoera ezagutu eta ekosistemaren nondik norakoen jarraipena egin daiteke.

Betidanik, ugaztunen gisako animaliak erabili izan dira bioindikatzaileria gisa haien 'gertutasunagatik', baina azken urteotan ornogabeak, batez ere intsektuak, oinarritzat hartuz lan-ildo berriak sustatzen ari dira. Horiek, gainera, abantaila ugari dituzte ornodunen aldean:

- Kopuru aldetik ugariagoak dira.
- Populazioen egoera isla dezaketen laginak jasotzea errazagoa da. ➔



J. LONGINO

Hildako enborrak gaixotasun-iturritzat hartzen ziren orain arte.

Koleoptero sproxilikoak lagintzeko teknikak

Teknika zuzenena

Hildako enbor, adar, sustrai eta abarren zatiak zoriz jaso eta parametro batzuk apuntatu ondoren, kokapena eta orientazioa esaterako, laborategira eramaten dira. Behin laborategian, laginak guztiz zuritzen dira kolore argiko mahai baten gainean, eroritako banakoak ikusteko. Organismoen tamainaren arabera zuzenean edo hainbat tresna baliatuz biltzen dira.

Ondoren, egurra txikitu egiten da intsektuak biltzen jarraitzeko. Oso deskonposatuta eta humifikazio-fasean dagoen egurra esku hutsez birrindu daiteke, eta begi-bistakoak diren aleak batu. Jarraian, egur-apurrak bildu eta Berlesse inbututan sartzen dira. Azkeneko hautaketa 2 mm-ko zuloak dituen sarearen bidez egiten da.

Malaise tranpak

Azaldutako metodoak ikergai diren espezieen mikrohabitata suntsitu egiten duenez, azken hamarkadan beste mota bateko laginketa-metodoak garatu dira, hala nola Malaise tranpak. Tranpa horiek batez ere argiak erakarrirako intsektu hegalaria jasotzen dituzte. Metodo horrek bi desabantaila nagusi ditu: batetik, intsektu helduen jarraipena egiteko bakarrik balio du, eta ez larbena. Bestetik, mota guztietako intsektu hegalaria hartzen dituenez (diptero eta himenoptero asko, besteak beste), ondorioztatu daiteke tranpa ez dela batere hautakorra.

- Intsektu-espezie gutxi egiten dituzte maila handiko migrazioak; hala, populazioaren gorabeherak tokian tokiko aldaketei zor zaizkie.
- Bizi-zikloa gehienez ere urtebetekoa izanik, populazioak oso sentikorrak dira emankortasun gutxi

urteekiko zein habitat-galerarekiko. Hala ere, espezie batzuk luzaro egon daitezke larba-egoeran bazka-gabeziari aurre egiteko.

- Espezie batek bere bizi-zikloan hainbat fase izan ditzakeenez, askotan gertatzen da hainbat premia (habitat, bazka...) edukitzea fase horietako bakoitzean.
- Zenbait espeziek oso espezializazio-maila altua dute (espezie estenoikoak).

Euskal Herrian ornogabeak inbentariatu eta katalogatzeko beharra ikusten da.

Koleoptero sproxilikoak, ezaugarri horiek guztiak betetzeaz gain, hildako egurraren erabilgarritasunaren indikatzaileak dira haren deskonposaketa-faseetan. Era berean, hildako egurra ondo egituratutako basoen adierazle ezin hobea denez, kakalardo horien bioindikatzaile-ahalmena begi-bistakoa da.

Hala, azken urteotan Europako hainbat herrialdetan koleoptero sproxilikoak oinarritzat harturik ikerketa



Rosalia alpina eta gainerako koleoptero sproxilikoen funtzioa garrantzitsua da basoaren garapenerako. Horregatik da hain larria desagertzeko arriskuan egotea.

ugari egin dira. Suedian, Italian, Erresuma Batuan, Letonian eta Frantzia, esaterako, ikerketa horietatik guztietatik ateratako emaitzek basoen egoeraren jarraipena egiteko aukera eman dute.

Lan horiek agerian utzi dute espezie askoren egoera larria. Ondorioz, 92/43/EEE Arteztaraua, habitat naturalen eta basa faunaren eta floraren kontserbazioari buruzkoa, 1992ko maiatzaren 21ean sinatu zen Bruselan. Han, mehatxaturiko koleoptero saproxilikoan sei espezie aipatzen dira: *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758), *Cerambyx cerdo* ssp. *mirbecki* (Lucas, 1842), *Lucanus cervus* (L., 1767), *Limoniscus violaceus* (Müller, 1821), *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) eta *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1774). Eskakizun berak dituzten beste espezie saproxiliko batzuen egoera ezezaguna den arren, pentsatzekoa da antzeko mehatxupean egongo direla.

Euskal Herrian, beste arlo batzuetan bezala, Europako herrialde aurreratuenen atzetik gabiltza honetan ere. Horrenbestez, Eusko Jaurlaritzak Euskal Autonomia



Limoniscus violaceus.

DELATINA

Erkidegoko Ingurumen Esparru-Programan (2002-2006) azaltzen duen moduan, ornogabeak inbentariatu eta katalogatzeko beharra ikusten da. Egindako ikerketen artean, aipatzekoak dira Aranzadi Zientzi Elkarteke Entomologia Sailarenak. [3](#)

BIBLIOGRAFIA

AZKARATE, A.
Gipuzkoako flora eta faunaren kontserbazioa. Gipuzkoako Foru Aldundia, Nekazaritza eta Naturgune Departamentua. 1995.

COLLINS, N. M. AND WELLS, S. M.
"Invertebrates in need of special protection in Europe" *Nature and Environment Ser.* n° 35, Council of Europe, Strasbourg. 1987.

GARNER, W. Y. AND HARVEY, J.
Chemical and biological control in forestry. American Chemical Society, Washington. Jr. (ed.). 1984.

SPEIGHT, M. C. D.
Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Council of Europe. 1989.

SWIFT, M. J.
"The ecology of wood decomposition" *Sci. Prog. Oxf.* 64, 175-99. 1977.

CLAUDE COHEN-TANNOUDJI · ALBERTO GALINDO · RAFAEL REBOLLO · AMAND A. LUCAS · FERNANDO FLORES



Albert **Einstein** Annus Mirabilis **2005**

Donostia
2005eko irailaren 5etik 8ra

www.dipc-einstein05.org

Mundua aldatu zuten bost lanen mendeurrenari buruzko batzarra

KONTSULTATU WEB GUNEAN
PROGRAMARI, DOAKO IZEN-EMATEARI ETA BEKEI BURUZKO INFORMAZIOA
EDO DEITU 943.425420 TELEFONO-ZENBAKIRA
Izena emateko epea: Maiatzak 31

Donostia International Physics Center



A zer molekula-usaina!

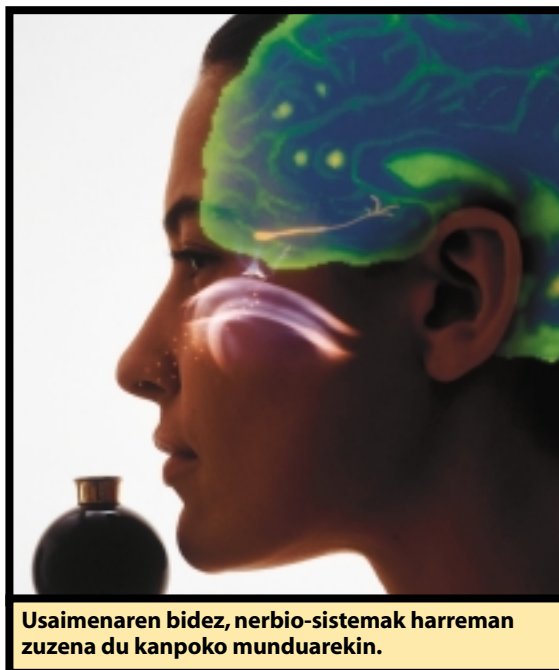
Ibon Odriozola Agirre
Kimika organikoan doktorea



Usaimena aspaldidanik izan da gure zentzumenen artean enigmatikoena. Zientzialariak aspaldidanik saiatu izan dira ulertzen 10.000 usainetik gora nolatan hauteman eta gogora ditzakegun. Richard Axel eta Linda Buck ikertzaile amerikarrek Medikuntzako Nobel saria jaso berri dute misterio hori argitzeko egin duten lanagatik. Gene-familia handi bat aurkitu dute 1.000 bat genek osatua. Gene horietatik beste hainbeste usain-erzeptore mota ateratzen dira. Nobel saridunek aurkitu dutenez, molekula usaintsuak sudurreko zeluletako proteina erzeptoreei lotzen zaizkienean seinale elektrikoak sortzen dira; horiek lehenengo usaimen-errabola deituriko garunaren zonalde batera iristen dira, eta handik emozioa kontrolatzen duen garunaren beste zati batera pasatzen dira.

Usaimena da, dudarik gabe, zentzumenik sentikorrena, eta berezia ere bada, zeren eta usaimen-epitelioa nerbio-bukaera soilez osaturik dago. Hori ez da gertatzen beste sentsazioekin (minarekin izan ezik), normalean transduktorearen batek kanpoko munduaren eta nerbio-sistemaren arteko indargetzaile moduan jokatzen baitu.

Usaimenaren bidez, nerbio-sistemak harreman zuzena du kanpoko munduarekin. Funtsean, garuna sudurrean dago ikusgai eta horrek aditzera ematen digu usaimena zentzumenetan zaharrena eta primitiboena dela. Usaimena oso lotuta dago, gainera, bere prozesamendu-zentroen hurbiltasun fisikoagatik gutxienez, garunaren zatirik primitiboetariko batekin: sistema linbikoa, emozioen kontrol-zentroa, alegia. Horrek azalduko du agian usaimenak duen inpaktu indartsu eta batzuetan inkontzientearen zergatia.



Usaimenaren bidez, nerbio-sistemak harreman zuzena du kanpoko munduarekin.

ARTXIBOKOA

● Usaimena oso lotuta dago garunaren zatirik primitiboetariko batekin, emozioen kontrol-zentroarekin.

Sentsazioaren kimikari buruz arituko gara hurrengo lerroetan. Sentsazio guztiak kimikoak dira, azken finean; izan ere, gure burmuineko jarduera neuronal guztia molekula eta ioien garraioan eta haiek parte hartzen duten erreazioetan oinarritzen da. Izaki bizidunok kanpoko mundutik jasotzen ditugun zenbait mezu mezulari moduan jokatzen duten zenbait molekularen pertzepzioaren menpe daude. Usaimena kimioerrepezioaren adibidea da.

Hemen ez dut usaimenaren fisiologia konplexua azaldu nahi, ez eta egitura molekularren eta usaimenaren arteko erlazioa ere. Lan honen helburua da denontzat aski ezagunak diren usain batzuk zein konposatuk eragiten dituzten aztertzea.

Molekula usaintsuak airean lurruntzen direnean, gure sudurzuloetako mukira iritsi eta han disolbatzen dira. Ondoren, usaimen-nerbioek nerbio-bulkadak bidaltzen dituzte burmuinera, eta, ondorioz, sentsazio bat izaten dugu, batzuetan positiboa eta besteetan negatiboa.

Molekulaz inguraturik bizi gara, eta ez diegu beldurrik izan behar. Molekulak arnasten, jaten, edaten, usaintzen, iraitzen edo janzten ditugu, eta, hala ere, gutxi batzuk baino ez ditugu ezagutzen. Batzuk egituraz zeharo konplexuak dira eta beste batzuk, berriz, oso sinpleak, baina izakiongan duten eragina ez dago inolaz ere egituraren konplexutasunarekin lotuta. ➔

Molekulaz inguraturik bizi gara, eta ez diegu beldurrik izan behar. Molekulak arnasten, jaten, edaten, usaintzen, iraitzen edo janzten ditugu.



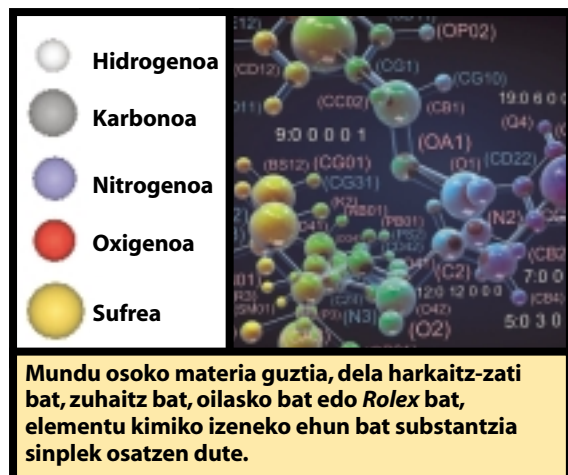
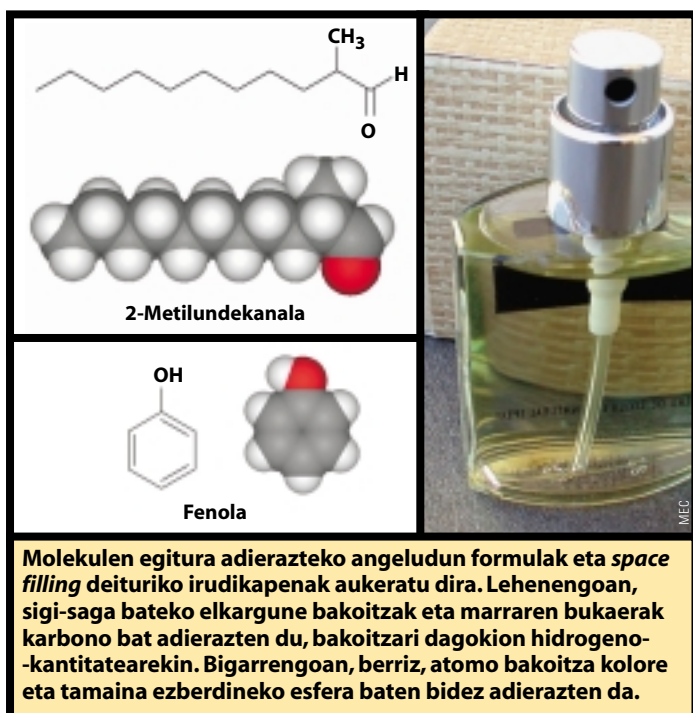
ARTXIBOKOA

Molekula bat

Mundu osoko materia guztia, dela harkaitz zati bat, zuhaitz bat, oilasko bat edo Rolex bat, elementu kimiko izeneko ehun bat substantzia sinplek osatzen dute. Horien artean hidrogenoa, karbonoa, oxigenoa edo kobrea daude, esate baterako.

Izan daitekeen elementu baten zatirik txikiena atomoa da (grekeratik, atomos, ebaki ezina). Elementu puru baten zati bat, hala nola urre-zati bat, hainbat atomok osaturiko multzo bat besterik ez da. Atomoak oso txikiak izaten dira. Karbono-atomo baten diametroa 0,0000000015 metrokoa da ($1,5 \times 10^{-10}$ m), beraz 1,5 cm-ko karbonozko marra bat (luzera honetakoa gutxi gorabehera: —————) ehun bat milioi karbono-atomo da ertzetik ertzerara, eta milioi bat atomo edo zeharka. Ikusteko gai garen hauts-izpirik txikienan ere atomo gehiago dago gure galaxian izarrak baino.

Konposatu asko molekulaz osaturik daude. Molekula antolamendu geometriko jakin batean elkartzen diren bi atomo edo gehiagoren konbinazio espezifikoak besterik ez da. Nahiz eta naturan ehun atomotik gora dauden, ondoren deskribatuko diren molekula guztiak gehienez bost atomo hauen konbinazioak dira: hidrogenoa, karbonoa, nitrogenoa, oxigenoa eta sufrea. Ikus dezagun orain gure sudurzuloetan sartu eta sentazioak eragiten dizkiguten molekulek zer nolako itxura izan ohi duten.



Usain onak...

Usain batek hainbat oroitzapen eragin ditzake, batzuetan positiboak eta besteetan negatiboak. Jende askok haurtzaroko oroitzapenak izaten ditu, adibidez, fenola usaintzean (C_6H_6O), "eskolan erabili ohi ziren margoen usaina baitu."

Usain atseginei buruz dihardugunean, askotan perfumeak datozkigu burura. Izan ere, perfumeak horretarako egiten dira, usaimenaren gozamenaz jendea liluratzeko.

Channel N° 5 perfumearekin hasi zen perfume-industria konposatu sintetikoak erabiltzen.

2-Metilundekanala ($C_{12}H_{24}O$) da 1921ean Coco Channel-ek aurkeztu zuen *Channel N° 5* fragantziaren molekula nagusia. Perfume harekin hasi zen perfume-industria lehen aldiz konposatu sintetikoak erabiltzen, hala, perfumeak mundu guztiarengana iritsi zitezten.

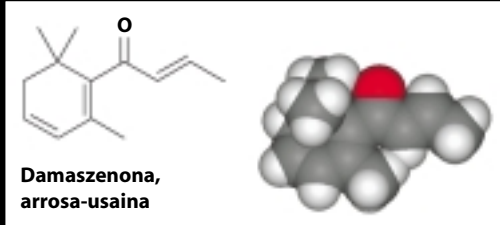
Perfumegintzan aritzen diren kimikariek aparteko hizkuntza erabiltzen dute beren lorpenak deskribatzeko: "*Provence*-ko muinoetan aire freskoa hartuz eginitako uda-ibilaldia gogora ekartzeko sortu zen *Paco Rabanne pour home*; belar-usaina, erromeroa eta ezkaia, eta freskotasun distiratsua itsas haize hotzarekin eta Alpeetako aire samur epelarekin nahastuz. Behar den efektua lortzeko, perfumegileak belar-olioak egur-

-ukituekin eta dimetilheptanolaren aroma kimikoarekin nahastu ditu, eta, hala, azken horren freskotasun sarkor baina definiezinak kanpoko airea edo liho garbitu berria gogorarazten ditu". (J. Ayres, *Chemistry and Industry*, 1988, 579).

Perfumeen fragantzia-edukia % 5-10 besterik ez da izaten, eta gainerakoa etanol/ur nahaste bat izaten da normalean (90:10). Beraz, perfume-industrian etanol-kantitate handia behar izaten da, eta, pentsa daitekeenez, ez hainbeste konposatu usaintsu. Hainbat fragantzia garrantzitsuren urteko produkzioa, jasminarena esaterako, 10.000 tona ingurukoa izan ohi da. Eta *Cis*-Jasmonak ($C_{11}H_{16}O$, jasminaren osagai nagusia) eta haren antzeko lurringintzarako osagai puruek ehunka euro balio dituzte gramoko.


Txakurrek beren nagusiaren izerdi-usaina ezagutu omen dezakete duen azido karboxiliko edukiagatik.

Damaszenona ($C_{13}H_{18}O$) da arrosa-usainaren erantzule nagusia. Hala ere, botila ireki eta sudurra sartzen badugu, desengainu latza hartuko dugu; izan ere alkanforaren edo trementinaren antzeko usaina du. Baina hurrengo goizean, guk eta soinean generamatzan arropek izugarritzko arrosa-usaina izango dugu, usain hori diluzioz garatzen baita.



Damaszenona, arrosa-usaina

Damaszenona da perfumeen arrosa-usainaren erantzule nagusia.



PARTX BOKDA

Landare-olio esentziadunetan ugariak dira *terpeno*en familiako konposatu usaintsuak, ia denoi sentsazio atseginak sortarazten dizkigutenak; horien adibide dira alkanforra ($C_{10}H_{16}O$), mentola ($C_{10}H_{20}O$) eta geraniola ($C_{15}H_{18}O$). Lehenengo biak, aski ezagunak, *Reflex* edo *Vicks VapoRub* produktuetan erabiltzen dira, eta oro har freskotasun-sentsazio atsegina sortarazten dute. Bigarrena, berriz, izenetik ondoriozta daitekeenez, geranioan aurkitzen da eta haren usainean hartzen du parte.

... eta usain txarrak

Gure izerdi-usaina, zati handi batean behintzat, kate labur eta ertaineko azido karboxiliko batzuei zor diegu (COOH taldea duten konposatuak alegia).

Lau karbono-atomoz osatutako azidoa, $CH_3(CH_2)_2COOH$, gurin minduaren usainaren erantzule nagusia da eta azido butiriko izenez ezagutzen da (*butirum*, latinez, gurina). Konposatu hori oso arrunta da gonbitoan eta oinetako izerdian. Ez gabil-tza oker oinetako izerdi-usainari gazta-usaina deitzen



Usain batek hainbat oroitzapen eragin ditzake, batzuetan positiboak eta besteetan negatiboak.

Sufrea, usain txarretan errege

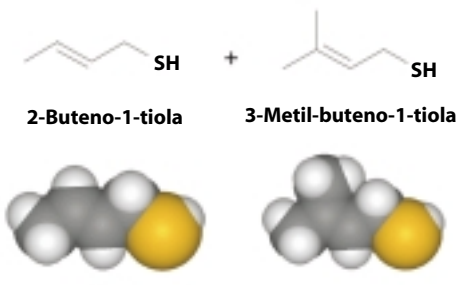
Usain txarrei dagokienean, sufrearen deribatuak asko ez dira ez atzean gelditzen. Mofetak jariatzen duen sprayaren usaina, adibidez, bi tiole-
n nahaste bat da, SH talde-
dun sufre-deribatuak, alegia.

Baina, antza denez, usain guz-
tietan txarrena 1889an Frei-
burgeko hiriaren ebakuazioa
eragin zuena da, han zeude-
nen ustez behintzat. Tritioaze-
tonaren *cracking*-aren bidez
tioazetona lortzeko saiakuntza
bat egiten ari zirela, "herriaren
zati handi batera berehala
banatu zen usain iraingarri
bat" eratu zen "zorabioak, gon-
bitoak eta ikarazko ebaku-
azioa eragin zituen". Laborate-
gi-lanak bertan behe-
ra utzi ziren, noski.

Esso ikerketa-laborategi bate-
ko langileek, agian ausardia
handiegiaz, esperimentu bera
errepikatu zuten Oxforden
hegoaldean 1967an. Hon-
dakin-botila baten tapoiak
istripuz salto egin eta, bereha-
la itxi zuten arren, ez zen ez
denbora asko igaro handik
berrehun bat metrora zegoen
beste eraikinean lanean ari
ziren kideak kexatu ziren arte
botagurak eta ondoezak jota.

Bi konposatu horietako bakar
bat da, antza denez, usain jasa-
nezin horren erantzule: propa-

Mofeten usain txarretan eragileak



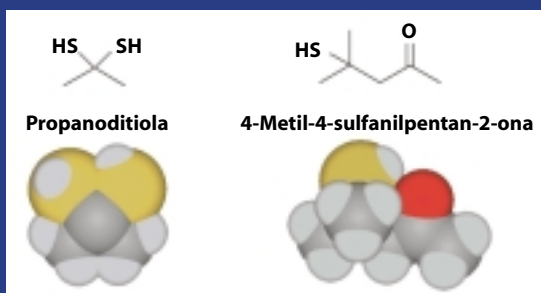
R. BOROUGH

noditiola edo 4-metil-4-
-sulfanilpentan-2-ona. Segur
aski denbora asko pasatuko
da norbaitek eztabaida hori
konpontzeko ausardia izan
arte.

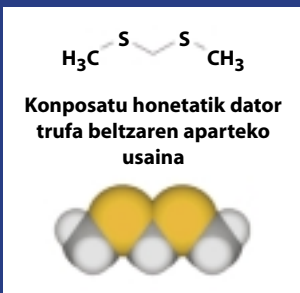
Hidrogeno sulfuroa, H₂S, ura-
ren sufre analogotzat har dai-
teke. Erdian sufre-atomo bat
du oxigeno-atomoaren orde-
z. Baina, ordezkapen sinple
horrek ezberdintasun nabar-
menak dakartza, ez pentsa.



Hidrogeno sulfuroa usain naz-
kagarridun gas pozoitsua da.
Arrautza ustelen usain bereiz-
garria hari zor zaio eta, kon-
tzentrazio txikiagoan, baita
arrautza egosi berrien usain
atsegina ere.



Azak inoiz jan dituenak jakin-
go du dagoeneko (bai berak,
baita ingurukoek ere) hidro-



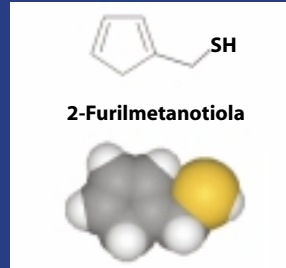
geno sulfuroaren usaina ez
dela txantxetako. Aza-hos-
toak, izan ere, aberatsak dira
sufredun aminoazidoetan, eta
heste lodiko bakterioen era-
ginez deskonposatzen dire-
nean, H₂S gasa askatzen da,
besteak beste. Hori, noski,
atzealdetik ateratzen da.

Usain higuigarriek badituzte,
dena den, beren erabilpenak.
Gure etxeetara hodian zehar
datorren gasari ter-butiltiol
(CH₃)₃CSH eta antzeko sufre-
-deribatuak gehitzen zaizkio
kontzentrazio txikietan; izan
ere, gasak berak ez du inolako
usainik eta bestela ezingo
genuke gas-jariorik detektatu.
Kontzentrazio txikia esatean,
benetan txikia esan nahi da;
gizakiok zati bat detekta deza-
kegu 50.000.000.000 gas natu-
ral zatitik.

Hala ere, ez pentsa sufre-
-deribatu guztiek usain nazka-
garriak dituztenik. Konposatu
horien ohorea garbitzeko
aipatu beharra dago txerriek
lur azpian metro bateko sako-
nerara aurki dezaketen trufa-
ren usain preziatua, duen
usain eta zapore bikainagatik
urrea baino garestiago saltzen
dena. Kafe egin berriaren
usain atsegina ere sufre deri-
batu bati zor zaio, 2-
-furfilmetanotiolari, hain zuzen
(C₅H₆OS).



MEC



diogunean; izan ere usain sendoko zenbait gaztatan konposatu horixe bera dago. Ameriketako Estatu Batuetako ikerlan baten arabera, konposatu horren usainaren pertzeptzioa asko aldatzen da testuinguruaren arabera. Normalean, butirikoaren usainak erreakzio ezatsegina sortzen du jendearengan, baina janariari buruz pentsatzeko esaten bazaie usaina atseginagoa egiten zaie.

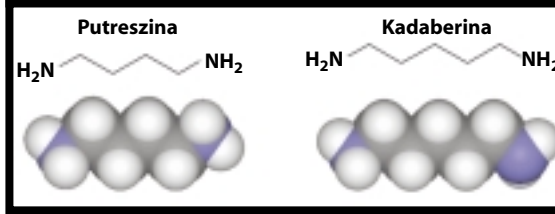
● **Bitxia da, baina perfume eta olio esentzial gehienetan ahuntz-usain 'txarraren' eragile berberak daude.**

Azido kaproikoak, kaprilikoak eta kaprikoak 6, 8 eta 10 karbono-atomo dituzte hurrenez hurren, eta ahuntz-usaineko likido oliotsuak dira (*caper*, latinez, ahuntza). Ahuntzek ez ezik, pertsonok ere jariatzen ditugu konposatu horiek (batzuek besteek baino gehiago), eta gure galtzarbeko kiratsaren parte dira. Txakurrek beren nagusiaren izerdi-usaina ezagutu omen dezakete duen azido karboxiliko edukiagatik.

Gizon-emakumeok dirutza ikaragarriak gastatzen ditugu urtero usain horiek saihesteko balio duten xaboi, gel eta produktu usain-kentzaileetan; izan ere, ahuntz-usaina antiestetikoa eta antisoziala da guretzat. Bitxia da, bestalde, konposatu kirasdun horiexek berak



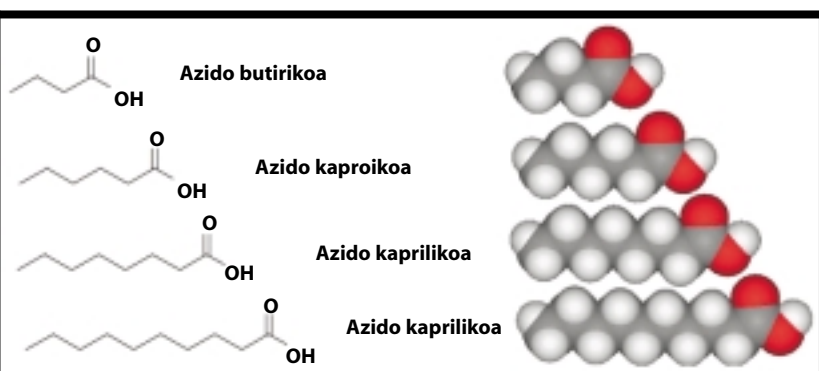
Haragi ustelak batez ere bi molekula hauei zor die usaina.



berriro gure gorputzean zabaltzeko are gehiago gatzatzen dugula, azido kaproikoa, kaprilikoa eta kapriko perfume eta olio esentzial gehienetan baitaude.

Amoniakoa, NH_3 , gas pikante kolorega eta sukoia da kondizio normaletan. Uretan oso disolbagarria da eta horrek eragina du haren usainean, oso erraz disolbatzen baita sudurreko usaimen-epitelioa estaltzen duen muki urtsuan. Uraren usaina amoniakoarena bezain pikantea izango litzateke segur aski gure zentzumeno-organok haren hain ohituta egongo ez balira.

Umeldutako *Camembert*-ak edo *Brie*-ak ere amoniako-usaina izaten dute, gas hori osatzen baita nitrogenodun proteinak deskonposatzen diren heinean. Igande goizetan gure herrietako kale-kantoietan egon ohi den usaina mikrobioei eskertu behar diegu;



Ez gabiltza oker oinetako izerdi-usainari gazta-usaina deitzen diogunean; izan ere, usain sendoko zenbait gaztatan konposatu horixe bera dago.

 <p style="text-align: center;">Trimetilamina</p>	
<p>Argazkikoa freskoa dago, baina arrain ustela usaintzen duzun hurrengo aldian trimetilaminarekin pentsatu.</p>	

GEHIAGO JAKITEKO

ATKINS, P.
Atkins' Molecules
Cambridge University Press
Cambridge, UK. 2003.

CLAYDEN, J., GREEVES N.,
WARREN S. AND WOTHERS, P.
Organic Chemistry
Oxford University Press,
Oxford, UK. 2001.

Meierhenrich, U. J.,
Golebiowski, J.,
Fernandez, X., and
Cabrol-Bass, D.
Angew
Chem. Int. Ed. 43, 6410-6412.
2004.

*Chemical &
Engineering News*
OCTOBER 11, 11. 2004.

izan ere, horien lanaren bidez, jendeak borondate onenarekin bezperan han utzitako urea, pixaren osagai nagusia alegia, amoniako bihurtzen da.

Haragi ustela usaintzen badugu aminak etorriko zaizkigu gogora, hots, amoniakoaren deribatu organikoak. Aminek amoniakoaren pikantetasuna gordetzen dute, baina askotan modu eraldatu eta ezatsegina goan. Putreszinaren (C₄H₁₂N₂) eta kadaberinaren (C₅H₁₄N₂) kasuan, izenak berak haien usainaren ideia garbi samarra ematen digu. Haragi ustelaren usainaren erantzule nagusiak izateaz gain, semenaren eta gernuaren usinetan ere parte hartzen dute proportzio txikiagoan, eta baita arnasatsean ere.

Arrain ustela usaintzen dugun hurrengo aldian, berriz, trimetilaminarekin pentsatu beharko genuke, horixe izango baita sudurraren barnean izango dugun

molekula. Arrain-proteinen degradazio entzimatikotik askatzen da konposatu hori. Etxe-txakurrek ere batzuetan arrain-usaina izaten dute, amina hori jaria baitezakete. Trimetilaminurea izeneko gaixotasuna, emakumeetan gizonezkoetan baino ugariagoa, proteinen degradazioa eragiten duen entzima akastun bati zor zaio, eta gaixoak arrain-usaineko konposatu hori jariatzen du izerdian.

Adibide horiek guztiak ikusita, badirudi ondo dakigula lore bat edo kafe egin berria usaintzen dugun bakoitzean zer molekulak sortarazten duten gure garunera iritsiko den seinalea. Orain, gure buruan zer gertatzen den, gure emozioek nola erantzuten duten, edo gure gozamina zertan datzan ulertzetik oso urrun gaude oraindik, tamalez, nahiz eta zientziaren aurrerapenak gero eta zirrargarriagoak izan. [□](#)

<p>"Oinarrizkoena baino ez dugu eskatzen: bizitzeko eskubidea"</p> 	<p>"Gure bizimodua askoz ere zailagoa da berdintasun eskubiderik gabe"</p> 	<p>"Gure herriari errugabetasun presuntzioa ukatzen zaio"</p> 	<p>"Gure herria isilik dago, ez du adierazpen -askatasunik"</p> 
---	--	--	---

Errespetatu ditzagun pertsona eta herri guztien eskubideak, eta erabil dezagun

**geure hizkuntzan
bizitzeko eskubidea**

 Euzko Foru Alderdia
Foroak
 Diputación Foral de Bizkaia

gure artean euskaraz

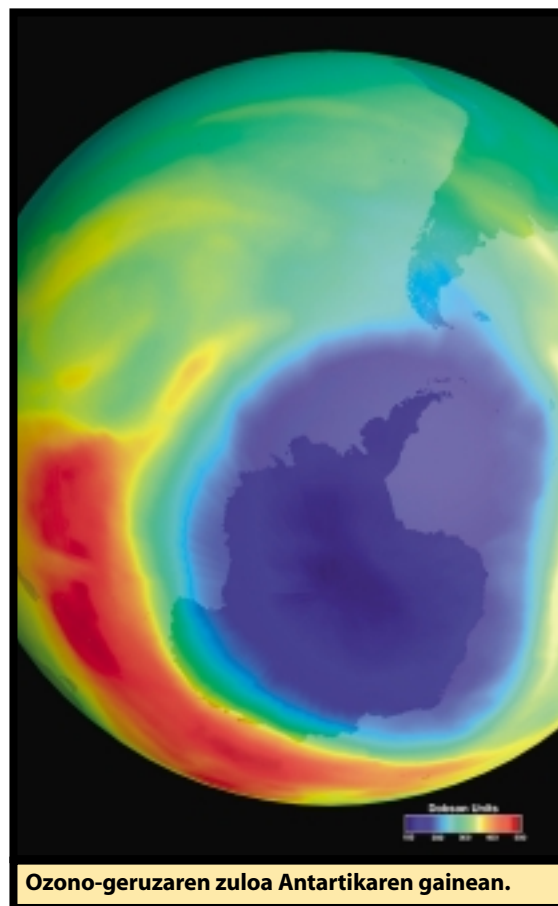
Ozono-geruzaren zuloa

Mikel Gorrotxategi Zipitria
Automatika eta elektronikako
ingeniaritza ikaslea

Denok entzun izan dugu zerbait ozono-geruzaren zuloari buruz, batez ere joan den hamarkadaren hasieran. Baina, gaur egun, hedabideetan ahaztutako gaia dugu, nahiz eta azkeneko urte hauetan historiako zulorik handiena egin den eta arazoak hor dirauen.

Ozono-geruza estratosferan dago, 15 eta 35 km artean, planeta guztia inguratzen. Ozono-geruza ozono-gasaren molekulaz osaturik dago. Ozono-molekula bakoitza hiru oxigeno-atomoz osatzen da, eta izaera ezegonkorra du. Gogoratu behar da oxigeno-molekulak bi oxigeno-atomoz osatzen direla. Ozono-molekulak iragazki gisa jokatzen du B izeneko erradiazio ultramorearentzat, hau da, 280 eta 320 nanometro artekoentzat (ingelesez UV-B deitzen zaio). UV-B erradiazioak kaltegarriak dira planetako animalia eta landareentzat, eta, noski, gizakiarentzat ere bai.

Hala ere, erradiazio ultramoreak behar-beharrezkoa da ozonoa sortzeko, erradiazio ultramoreak oxigeno-molekulak askatzen baititu. Eta horiek beste oxigeno-molekulekin erreakzionatzen dute, ozonoa sortzeko.



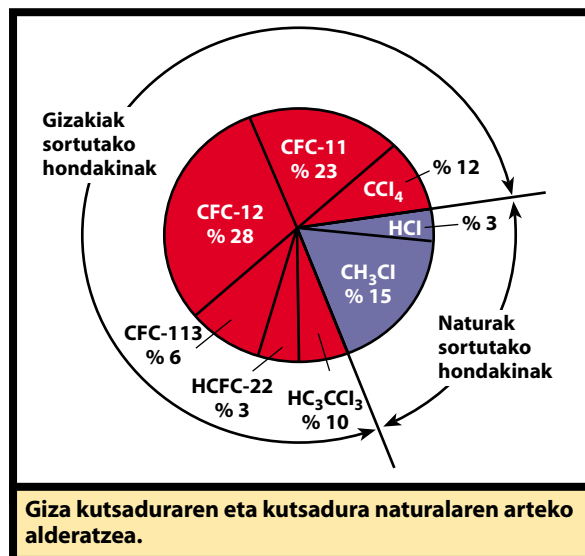
UV-B erradiazioaren eta ozonoaren eragina gizakian

Estratosferako ozonoaren gabezia kaltegarria da planetako animalia eta landareentzako. Baina ozonoa lurrazalaren mailan egotea ere kaltegarria da. Ozonoa ezegonkorra delako gertatzen da hori: ondorioz, erraz erreakzionatzen du beste elementu kimikoekin. Ozonoak arnasa hartzea zailtzen du, batez ere asma duten gizakiei, eta zuhaitz nahiz uztetan kalteak eragiten ditu. Zientzialariek oraindik ez dute argitu nola sor daitekeen ozonoa bezalako gas ezegonkor bat lurrazalaren mailan, ezta ere zergatik gertatzen den batez ere hiri handien inguruan. Hiri horietako biztanleak dagoeneko ohituta dauden 'ozono-alarmetara', esaterako Txileko hiriburuan, Santiagon. ➔

Erradiazio ultramo- rearen kalteak

Gaur egun frogaturik dago, froga garbi eta zehatzekin gainera, UV-B erradiazioa gehitzeak ondorio kaltegarriak dauzkala gizakiarentzat:

- Azaleko minbizi onak nahiz gaiztoak sortu eta indartzen ditu.
- Sistema immunologikoari kalte egiten dio.
- Begiei kalte egiten die, esaterako, begi-lausoak sortzen ditu.
- Eguzki-erredurak sakontzen ditu eta azala zahartzen du.
- Dermatitis alergikoaren eta toxikoaren arriskua handitzen du.
- Bakterio eta birusen zenbait gaitz indartzen ditu.
- Arrantzaren eta uzten etekina txikiagotzen du.



Giza kutsaduren eta kutsadura naturalaren arteko alderatzea.

Giza kutsadura ala kutsadura naturala?

Argi dago kloroa (Cl) estratosferara iritsi dela, baina gizakiak eragindako kutsadurari zor zaio ala berez iritsi da estratosferara? Izan ere lurrazalean kloro-kantitate handiak aurki daitezke, esaterako, itsasoan gatz moduan (NaCl).

Itsasoko ura lurruntzen denean gatz-kantitate bar ere lurruntzen da, baina lurrera bueltatzen da euri, izotz edo elurrarekin batera, uretan disolbagarria delako. Kloroa kantitate handietan aurki daitekeen beste leku bat igerilekuak dira, baina kloro hori ere uretan disolbagarria da, eta, ondorioz, ez du arazorik sortzen.

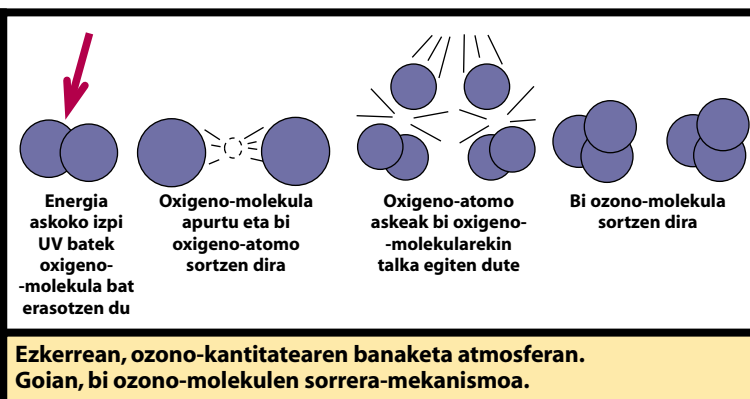
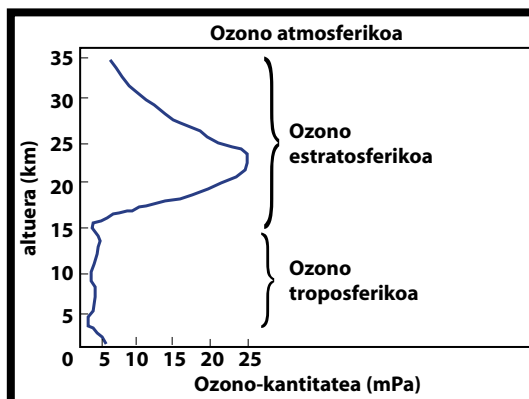
Kutsadura naturalaren iturri bat sumendiak dira; izan ere, sumendiek hidrogeno kloruroa jaurtitzen dute atmosferara, baina kloroa azido klorhidiko bilakatzen da, eta azken hori uretan disolbagarria da. Baina gizakiak erabiltzen dituen halokarbonoak, CFCak, karbono tetrakloruroa (CCl₄) eta metil kloroformoa (CH₃CCl₃), ez dira uretan disolbagarriak, eta, beraz ez dira Lurrera jausten euri, izotz edota elurrarekin.

Argi dago ozonoa suntsitzen duen kloro estratosferikoa gizakiak sortutakoa dela.

Hori dela eta, estratosferara iristen dira haizeak lagundurik. Hori kontuan hartuta, argi dago ozonoa suntsitzen duen kloro estratosferikoa gizakiak sortutakoa dela.

Nola suntsitzen da ozono-geruza?

Gutziz frogatuta dago kloroak ozonoa suntsitzen duela. Prozesu hori UV erradiazioak CFCko kloro-atomoa askatzen duenean gertatzen da. Kloro-atomoak ozono-molekula batekin erreakzionatu eta

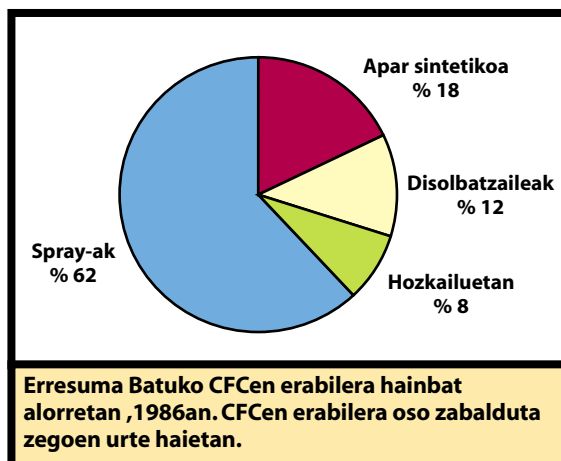
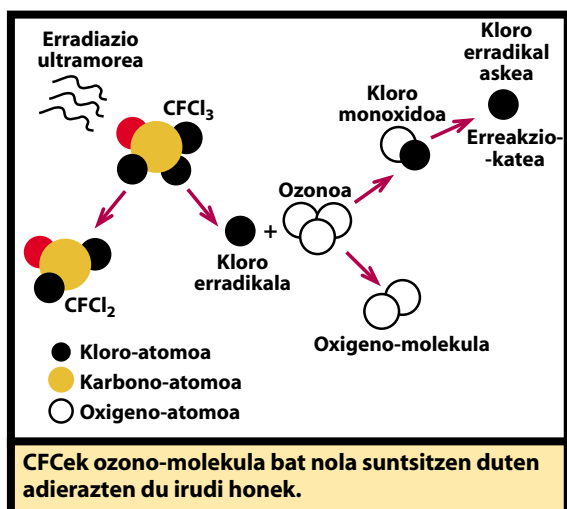


suntsitu egiten du, baina erreakzioa gertatu ondoren kloro-atomoak aske dirau. Beste ozono-molekulekin erreakzionatzen jarraitzen du, eta horiek guztiak suntsitzen ditu. Prozesu hori guztiz kaltegarria da kloro-molekula batek 100.000 ozono-molekula inguru suntsi baititzake. Prozesu hori kloroa beste elementu batekin konbinatzen denean gelditzen da. Kloro-atomo baten batezbesteko bizitza bi urte ingurukoa da estratosferan.

Baina jakina da erreakzio hori estratosferan gertatzen dela, eta CFC molekula batek aireak baino pisu handiagoa daukala: orduan, nola liteke CFC molekula bat estratosferara iristea? Haizea beti mugimenduan dagoelako eta haizean dauden substantzia kimikoak nahasten dituelako gertatzen da hori. Nahasketa eta mugimendu horrek bere pisuarekin eroriko litzatekeen baino indar handiagoarekin igotzen du CFC molekula. Horrez gain, CFC molekulak ez du erreakzionatzen Lurraren mailan eta ez da uretan disolbatzen; beraz, CFC molekula erraz iristen da estratosferara duen pisua duela ere.

Zergatik erabili ziren CFCak?

Aurreko galdera irakurri ondoren edonori bururatzen zaio beste hori ere. CFCak 1920eko hamarkadan sortu zituzten General Motors-eko kimikariek. CFCen erabilpena oso zabala izan zen eta industria askotan erabili ziren. Arrazoia da CFCa lortzea nahiko merkea zela. Gainera, haren egonkortasuna azpimarratu behar da; izan ere, egin ziren probetan frogatu zen ez zuela beste molekulekin erreakzionatzen. Horri gehitu behar zaio ez zela kaltegarria izakiontzat. Horrez gain, ez zen uretan disolbatzen. Inork ez zuen pentsatu, ordea, zer gertatuko zen molekula hori estratosferara iritsitakoan.



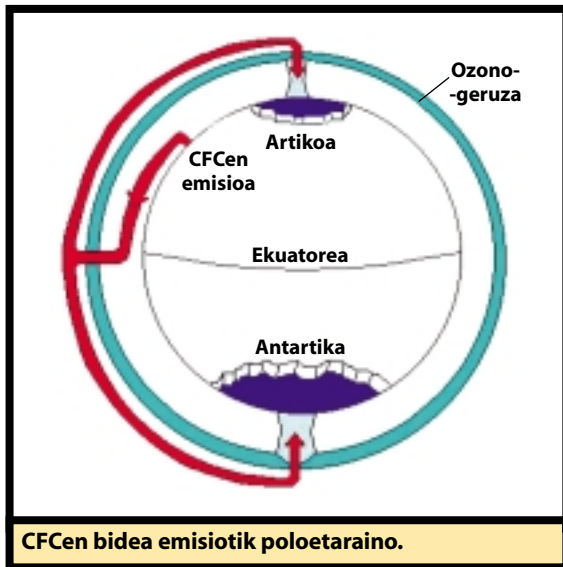
Zergatik poloetan?

Argi dago kutsadura ez dela poloetan sortzen, handik milaka kilometrora baizik. Horregatik, oso arraroa dirudi kutsaduraren ondorioak poloetan gauzatzea. Baina gertaera horrek badauka bere arrazoia.

CFCak batez ere Ipar hemisferioan ekoitzi eta askatzen dira. Hain justu, munduko CFCen % 90 Sobiet Batasun ohian, Japonian, Europan eta AEBetan ekoizten da.

- **Kloro-atomo bat bi urte bizi da batez beste estratosferan eta molekula batek 100.000 ozono-molekula inguru suntsi ditzake.**

Jarraian, CFCak estratosferara igotzen dira tropikoetan dauden haize-lasterrak erabiliz. Behin estratosferan daudelarik, bi poloetara iristen dira hango haizeez baliatuz. Hori dela eta, CFCak atmosfera osoan zabalitzen dira. Baina bi poloen artean ezberdintasun bat dago: meteorologia. Meteorologiaren ezberdintasuna poloetan dauden lur-azaleran oinarritzen da; izan ere, Hego poloa itsasoz inguratutako lur-azalera handi bat da; Ipar poloa, ostera, lur-azalera txikiagoa dauka, eta haren inguruko itsasoak lur-zati handiak dauzka, esaterako, Kanadaren iparraldeko irlak, Groenlandia, Eskandinavia... ➔



Hego poloko meteorologiak temperatura freskoak sortzen ditu. Udak irauten duen sei hilabeteetan, egunean 24 orduz argia dago, eta ozonoak UV izpiak xurgatzen ditu. Hori dela eta, temperatura pixka bat

igotzen da. Baina neguko sei hilabeteetan airea pixka bat hozten da; ondorioz, airea jaitsi eta biraka hasten da Antartika gainean. Airearen abiadura gorantz doa eta udaberria iristerako 400 km orduko abiadurara iristen da. Biraka ari den zurrumbilo horrek barruko aireari eusten dio, eta, ondorioz, ez dago nahasketarik kanpoko airearekin. Horraino ez dago ezberdintasunik Antartikaren eta Artikoen artean. Baina Artikoa aire-zurrumbilo hori apurtu egiten da hainbat aldiz, aipatutako lurak direla medio. Ondorioz, zurrumbiloaren barneko airea kanpokoarekin nahasten da.

Antartikan, aldiz, zurrumbilo horrek ez dauka oztoporik eta temperatura Artikoko neguan baino 10 edo 15 °C txikiagoa da, hau da, 80 °C ingurukoa zero azpitik. Antartikako udaberrian, lehen eguzki-izpiekin, estratosfera berotu eta aire-zurrumbiloaren indarra apaltzen hasten da. Azaroaren erdialderako zurrumbilo hori guztiz desagertzen da. Baina lehenago zeuden temperatura hotzetan azido nitrikoak izotzezko laino estratosferikoak sortzen ditu, eta horrek giro kimiko egokia dakar ozonoa suntsitzeko.

Nola neurtzen da ozonoa?

Gehien erabiltzen den teknika xurgapen diferentzialaren teknika da. Eguzkitik lurrualera iristen diren bi uhinen erradiazioa neurtzean datza teknika. Bi uhin horien uhin-luzera oso antzekoa da, baina uhin-luzera horietan ozonoaren atenuazioa oso ezberdina da. Zehazki, $\lambda_{on} > \lambda_{off} = 315$ nanometrokoa da, non ozonoaren sekzio eraginkorren xurgapena hainbat aldiz handiagoa den λ_{on} -en λ_{off} -ekin alderatuz gero. Gainera, espektroaren zati honetan atmosferan dauden beste osagaien eguzki-irradiazioen atenuazioa oso antzekoa da; beraz, bi uhin-luzeren irradiazioaren arteko zatiketak ozono-kantitatearen berri ematen du.

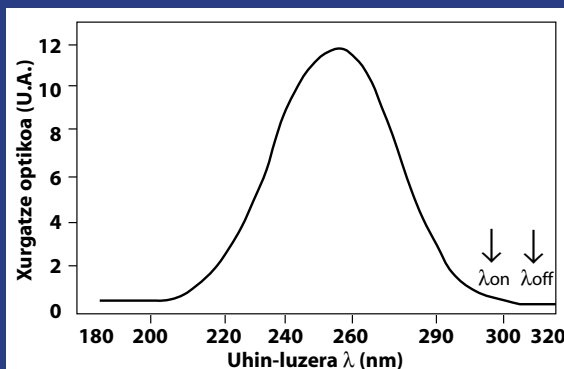
Zehaztuz, esan daiteke, Lurrera iristen den uhin-luzera jakin bateko eguzki-irradiazioari I_{λ} deituz gero, haren balioa hau dela:

$$I_{\lambda} = I_{0\lambda} \times \exp\left(-\int_0^L (k_{ab\lambda} + k_{A\lambda} + k_{M\lambda}) dr\right)$$

- non,
- L zeharkatutako atmosferaren luzera.
- $I_{0\lambda}$ eguzki-irradiazioa atmosferatik at.
- $k_{ab\lambda}$ atmosferako osagaien (ur lurruna, ozonoa, N_2 , O_2 , CO_2 ...) zor zaien atenuazio-koefizientea.
- $k_{A\lambda}$ Rayleigh dispersioari zor zaien atenuazio-koefizientea.
- $k_{M\lambda}$ Mie dispersioari zor zaien atenuazio-koefizientea.

λ_{on} eta λ_{off} inguruko uhin-luzeretan Rayleigh eta Mie koefizienteen

balioa berdintzat har daitezke, hau da: $k_{A\lambda_{on}} = k_{A\lambda_{off}}$ eta $k_{M\lambda_{on}} = k_{M\lambda_{off}}$. Halaber, espektroko zonalde honetan, atmosferako osagaien xurgapena baztergarria da, ozonoari dagozkion izan ezik. Beraz, eguzki-argiak jasaten duen atenuazioa espektroko zonalde honetan ozono estratosferikoari zor zaio soilik. Ohikoa da $\lambda_{on} = 300$ nm eta $\lambda_{off} = 315$ nm-koak izatea eta $k_{\lambda_{on}} = 7 k_{\lambda_{off}}$ hau da, λ_{on} -en xurgapena λ_{off} -en baino zazpi aldiz handiagoa da. Ondorioz, λ_{on} eta λ_{off} -en

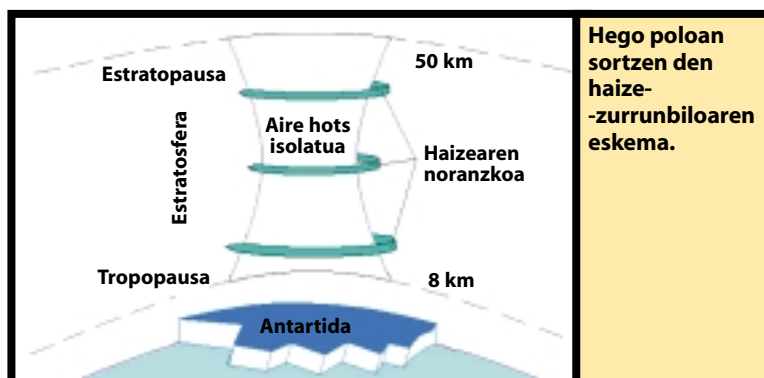


λ_{on} eta λ_{off} -en aukeraketa begiaren xurgatze optikoarekin alderatuz.

Laino horietan, HCl eta ClONO₂-ak beren artean erreakzionatzen dute eta azido nitrikoa eta kloroa (Cl₂) sortzen dituzte. Molekula hori, berez, egonkorra da eta ez du ozonoarekin erreakzionatzen, baina eguzki-

Antartikan sortzen diren izotzezko laino estratosferikoetan ozonoa suntsitzeko giro kimiko egokia dago.

-izpiek fotolizatu egiten dute eta bi kloro erradikal asketan deskonposatzen da; horiek ozonoarekin erreakzionatzen dute. Ipar poloan tenperatura altuagoengatik laino gutxiago sortzen dira, eta, ondorioz, ozono gutxiago suntsitzen da.



Hego poloan sortzen den haize-zurrumbiloaren eskema.

Handituko da ozono-geruzaren zuloa?

Azkenaldian beldur bat nagusitu da: ea ozono-geruzaren zuloa Hego Amerikara iritsiko ote den, hura baita Antartikatik gertuen dagoen lur-eremua. Baina horri erantzun aurretik jakin behar da Hego Amerikarako zer hartzen den zulotzat. Adituek zuloa deitzen diote Hego Amerikan ozono-zutabea 220 DU (Dobson unit) baino txikiagoa denean. Hori kontuan

intensitate-koefizientea honela ematen da:

$$\frac{I_{\lambda, on}}{I_{\lambda, off}} = \frac{I_{0, \lambda, on}}{I_{0, \lambda, off}} \exp\left(-\int_0^L (k_{ab\lambda} + k_{A\lambda} + k_{M\lambda}) dr\right)$$

Ozonoaren xurgapen-koefizientea $k_{\lambda, on}$, ozonoaren kontzentrazioaren (N) eta haren xurgapen-efikazeko sekzioaren (T) bitartez definituz gero, aitzineko adierazpena honela geratzen da:

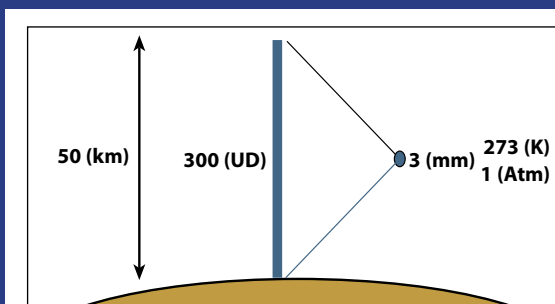
$$\frac{I_{\lambda, on}}{I_{\lambda, off}} = \frac{I_{0, \lambda, on}}{I_{0, \lambda, off}} \exp\left(-(\sigma_{on} - \sigma_{off}) \int_0^L N dr\right)$$

Baina airea kontuan eduki beharra dago; horretarako, m_r erabiliko da, non m_r airearen masa erlatiboa den. Aipatzekoa da m_r faktorea eguzki-orduaren, urteko egunaren eta latitudearen arabera zuzendu egiten dela fidagarria izan dadin.

$$\frac{I_{\lambda, on}}{I_{\lambda, off}} = \frac{I_{0, \lambda, on}}{I_{0, \lambda, off}} \exp\left(-(\sigma_{on} - \sigma_{off}) \bar{N} D m_r\right)$$

non,

- D ozono-geruzaren batezbesteko zabalera den.



50 km-an neurtutako ozonoa presio eta tenperatura estandarretan 3 mm-ko geruza bati dagokio.

Ozonoa neurtzeko unitatea Dobson da. Mila Dobson 1 cm²-ko oinarria duen ozono uniformeko zutabe bati dagokio, betiere, presio estandarrean (1 atm) eta tenperatura estandarrean (273K edo 0 °C).

- N ozono-geruzaren batezbesteko kontzentrazioa den.

Ondorioz, azalduta geratu da nola $I_{\lambda, on}$ eta $I_{\lambda, off}$ neurketak jakinda ozono-kantitatea jakin daitekeen.

Ezkerreko irudiko geziek xurgapen diferentziala non egiten den adierazten dute. $\lambda_{on} = 300 \text{ nm}$ eta $\lambda_{off} = 315 \text{ nm}$ aukeratu ohi dira, non ozonoa-

ren xurgapen-efikaza hainbat aldiz handiagoa den λ_{on} -en λ_{off} -ekin alderatuz gero.

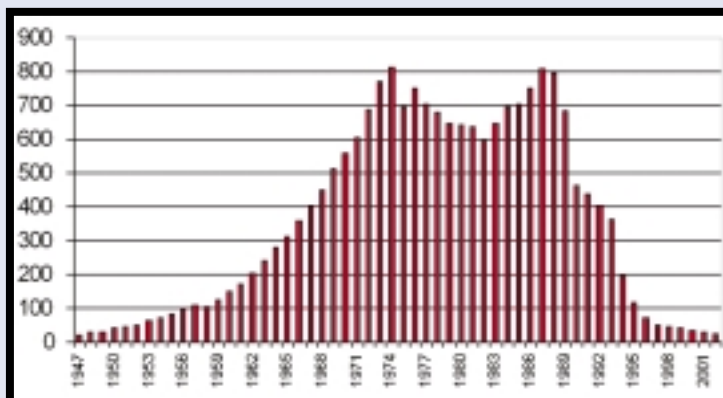
Horrez gainera, kontuan hartu behar da non gauden eta urteko zein egun den ozono-neurketari dagokion emaitza altua edo baxua den jakiteko.

Ozono-geruzaren zuloaren historia

Ozono-geruza deuseztatzen ari zela 1982an jakin zen lehen aldiz, Antartikan zegoen Syowa (69H, 39E) japoniar estazioak neurtutako ozono-zutabearen datuak ezagutzera eman zirenean. Neurketak 1964. urtean hasi ziren, eta garbi erakusten zuten 1975. urtetik aurrera ozonoak beheranzko joera argi bat zuela.

Antartikan sakabanatuta zeuden beste estazioetan ere ozonoak antzeko jokaera zeukala ikusi zen geroago, eta guztietan ozonoaren gutxitzea 70. hamarkadan hasi zen. Gainera, zientzialariak ohartu ziren ozonoaren gutxitzea udaberri australean hasten zela eta desagertu egiten zela ziztu bizian. Munduko zientzialariak larritu egin ziren prozesuak aurrera jarraituz gero ondorio larriak izan zitzakeelako gizakian eta planetan.

Urte batzuk geroago, ozono-geruzaren zulo gisa ezagutuko zena ulertzeko pauso garrantzitsu bat eman zuen J. Lovelock-ek. Izan ere, zientzilari ingelesak goi-atmosferan gertatzen zen dinamika aztertzea helburu zuen proiektu batean murgildu zen. Horretarako, maiztasun handiz atmosferara jaurtikitako substantzien artean suntsitu aurretik bizi luzea zeukatenetan zentratu zen. Hala, substantzia haien aztarnei jarraituz, sortzen ziren lekuetatik Antartikara nola iritsi ziren jakin zuen.



CFCen munduko ekoizpena hainbat urtetan, tonotan adierazia.

Atmosferaren jokaera jakiteko erabiliko zituen substantzia haiei markatzaile deitu zien. Hainbat substantzia aztertu ondoren, CFCak aukeratu zituen lan horretarako, oso erabiliak eta egonkorak zirelako. CFCen aztarnari jarraitzen ari zela bat-batean ohartu zen Antartikan kontzentrazio altuan zeudela.

CFCak oso egonkorak zirela eta ezeri ez ziotela eragiten uste zen, horregatik erabiltzen ziren hainbeste industria guztiz ezberdinetan eta helburu anitzetarako. Baina Molinak eta Rowlandek 1972an frogatu zuten CFCetan irradiazio ultramoreak kloroa askatzen zuela eta horrek ozonoa suntsitzen zuela.

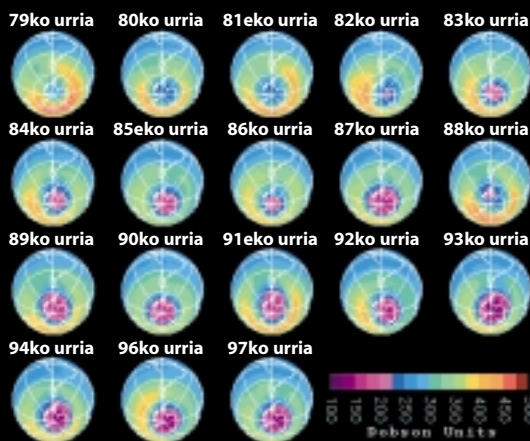
Hori guztia jakin zenean, talde ekologistek CFCen aurkako kanpainak hasi zituzten jendea kontzientziatzeko asmoz. Hala, CFCen aurkako jarrera

zabaldu egin zen. Politikariek, egoera larria zela ikusita, CFCen debekuaren alde egin zuten hainbat konferentzian, betiere ekologistek nahi baino mantsoago eta industria kimikoak nahi baino azkarrago.

Ozono-geruzari buruz Stockholmen egindako Giza Inguruneari buruzko konferentzian (1972) hitz egin zen lehen aldiz. 1977an adituak Washingtonen batu ziren Ozono Geruzaren Mundu Mailako Plana aurrera eramateko. Lau urte geroago, Nazio Batuek itun bat proposatu zuten ozono-geruzaren arazoari buruz. Nazioarteako lehen hitzarmena Vienan sinatu zen, 1985ean; han, ozono-geruzarik ez izateak sor zitzakeen ondorioak ikertzeko asmoa azaldu zen.

Baina hitzarmenik ezagunena 1987an Montrealean sinatutakoa da. 165 herrialdek sinatu zuten (munduko ekoizpenaren % 90 bilduz) eta haien xedea ozonoa suntsitzen zuten substantzietan bukatzea zen. Horretarako, bi data ezarri zituzten: 1996 herri garatuentzat eta 2010 beste herrientzat. Hitzarmen hori sendotzeko asmoz gutxienez lau urtez behin batzartzeko akordioa lortu zuten. Geroztik garrantzitsuenak Viena (1995) eta Montreal (1997) izan dira. Gaur egun, 180 herrialdek sinatu dute Montrealeko hitzarmena.

Hego poloko ozono-zuloaren garapena urtez urte.



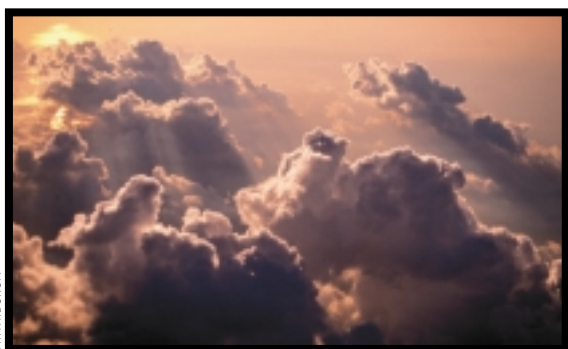
ITURRIA: NASA

edukiz esan daiteke ozono-zuloa Hego Amerikara iritsi dela. Izan ere, Txileko hegoaldean 220 DU-tik beherako neurriak eduki dira. Baina, hori iraila eta urria artean gertatu da soilik, eta egun gutxi batzuetan bakarrik. Beraz, Hego Amerikako ertza ozono-geruzaren zuloaren mugatzat har daiteke.

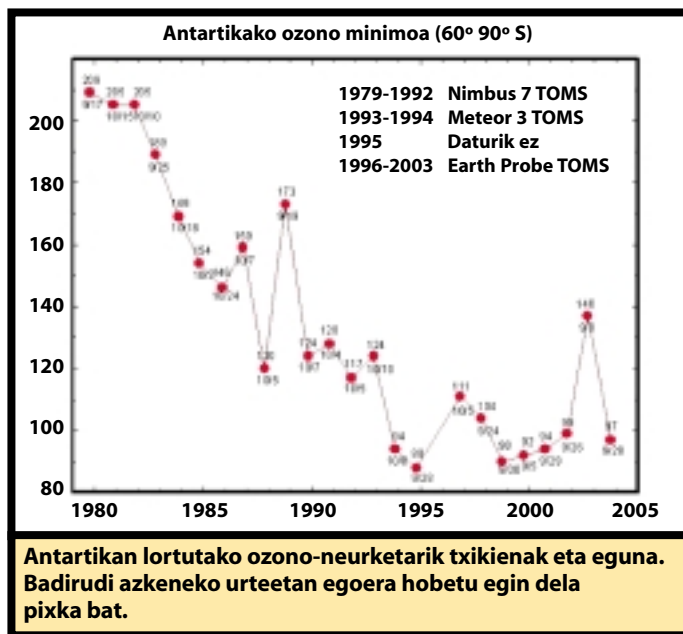
Etorkizunera begira zientifikoak itxaropentsu daude. Izan ere, CFCak debekaturik daude Montrealgo protokoloa (1987) sinatu zenetik. Egindako azterketak kontuan hartuz, 50 urte barru CFCak desagertu egingo direla uste da, eta, hala, ozonoaren oreka naturala berriz berreskuratuko dela.

Azkenaldian ozono-geruzaren zuloa Hego Amerikara iritsiko ote den beldurra nagusitu da.

Baina datu horiek guztiak zuhurtzia handiz hartu behar dira; izan ere, uste zen 2000. urtean ozono-geruzaren zuloak inoizko hedadura handiena lortu zuela, eta ondorengo urteetan ez zela handituko. Naturan, ordea, kontuan hartu beharreko elementu asko daude; esaterako, 2002an ez zen zulo nabarmenik ikusi urte beroa izan zelako, baina 2003an ohiko hedadurarekin agertu zen, eta ezagutu den bigarren handiena izan da.



ARTXIBOKOA



NASA

Hala ere, egia da ozonoarentzat kaltegarriak diren substantzien troposferako kontzentrazioa jaisten ari dela 1995etik. Baina troposferatik estratosferara pasatzeko hiru eta sei urteren artean behar dituzte substantzia kaltegarriak. Azkeneko urteotan, estratosferan dagoen kloro-kontzentrazioa konstante mantendu da eta dagoeneko apur bat beheraka hasi da. Ozonoaren etorkizuna, ordea, ez dago soilik kloroaren eskuetan, gizakiak erabiltzen dituen beste gai batzuek ere (metanoa, oxido nitrosoa, sulfato-partikulak) badaukate zer esana. Baita klima-aldaketak ere.

Laburbilduz, esan daiteke atmosferan dauden substantzien artean prozesu oso konplexuak gertatzen direla eta zaila dela parte hartzen duten aldagai guztiak kontuan hartzea etorkizunean zer gertatuko den hautemateko. Baina ditugun datuak itxaropentsu egotekoak dira; badirudi ozonoaren suntsiketa gelditu dela eta gutxika-gutxika hobera egingo duela. Hala eta guztiz ere, argi dago etorkizunean lortuko den atmosfera ez dela izango 1970eko hamarkada baino lehenago zegoenaren berdina, eta atmosferako substantziak tentuz aztertu beharko dira. [3](#)

Bibliografia

Ciencias de la naturaleza
Vol. 12, Planeta (1997).

Cómo funciona la naturaleza
Debate (1992).

URIARTE, A.
Ozono: la catástrofe que no llega
Tercera Prensa (1995).

CACHO, J. ETA SAINZ DE AJA, J.
Antártida: el agujero de ozono.
Tabapress (1989).

nolako ikasketak,
halako lana*

* Lanbide, Euskal Enplegu Zerbitzuak egindako ikerketaren arabera, MONDRAGON UNIBERTSITATEan ikasitakoek %90,7ak bere ikasketekin bat datorren lanpostua lortzen du; eta gainera, batzuek beste bi hilabeteren buruan.

